597
G86t
1909-1913

Digitized by the Internet Archive
in 2014

https://archive.org/details/travaux1909univ_0

597
G86t
1909
pt.1

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire

Année 1909

—

Fascicule I

THE LIBRARY OF THE
JUN 27 1967
UNIVERSITY OF ILLINOIS

GRENOBLE
TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES
26, Cours de Saint-André, 26

—

1909

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire

Année 1909

—

Fascicule I

GRENOBLE
TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES
26, Cours de Saint-André, 26

—

1909

AVIS

La présente publication a uniquement pour but de réunir l'ensemble des travaux d'Hydrobiologie pure ou appliquée effectués au Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble.

Le texte original de ces mémoires étant publié, selon leur importance, dans des revues ou journaux scientifiques divers, le lecteur ne s'étonnera pas si, parfois, certains articles de cet opuscule présentent une pagination particulière, indépendante de celle du précédent ou du suivant, cette pagination étant celle de l'organe où l'article original a paru, et dont l'indication est donnée au bas de la première page. Cet inconvénient est, du reste, minime puisque chaque article quelque peu important a sa table des matières en première page et que, d'autre part, nous donnons le sommaire général en tête de chaque fascicule.

En réunissant ainsi les divers travaux de notre Laboratoire, notre but n'est pas de fonder un nouveau périodique piscicole mais simplement de faciliter aux intéressés les recherches bibliographiques en leur présentant, groupés en un ou deux fascicules annuels, ceux de nos travaux qui se rattachent à l'Hydrobiologie pure ou appliquée à la Pisciculture et que, faute de ressources, nous sommes dans la nécessité de disséminer dans des publications diverses.

SOMMAIRE DU FASCICULE I

Louis Léger. — Études sur le rendement cultural des eaux alpines :

I. Création de Bassins d'essai de Salmoniculture en montagne. Leur rôle et leur intérêt pratique.

II. Étude monographique du Bassin d'essai de Salmoniculture n° 1 et expériences de rendement.

III. Étude monographique du Bassin d'essai de Salmoniculture n° 5 et expériences de rendement.

IV. Étude monographique du Bassin d'essai de Salmoniculture n° 2 et expériences de rendement (observations de E. Hesse).

Léon Perrier. — Une station rhodanienne de " Branchiura Sowerbii " (Bedd.).

Victor Piraud. — Note sur la faune de l'Isère considérée au point de vue de la capacité biogénique de ce cours d'eau aux environs de Grenoble.

L. Léger et O. Duboscq. — Protozoaires parasites de l'intestin du Homard.

Edmond Hesse. — Sur le minimum d'eau nécessaire pour un petit élevage de Salmonides à une température constante de 12°.

ÉTUDES
SUR LE RENDEMENT CULTURAL
DES EAUX ALPINES

Par Louis LÉGER,

Professeur à la Faculté des Sciences,
Directeur du Laboratoire de Pisciculture de l'Université
de Grenoble.

Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble,*
Tome XXI, n° 1, 1909.

I

Création de Bassins d'essai de Salmoniculture en montagne. Leur rôle et leur intérêt pratique.

Parmi les applications les plus intéressantes de la science piscicole, et particulièrement de la Salmoniculture, il faut citer en premier lieu les petits élevages de Salmonides, si faciles à réaliser dans nos pays de montagnes pour quiconque dispose du moindre petit bassin cimenté ou en pleine terre, alimenté par un filet d'eau fraîche. Or, ces conditions élémentaires se rencontrent chez nous pour ainsi dire dans chaque propriété, de sorte qu'avec les simples connaissances que demande l'élevage des Salmonides, chacun pourrait, presque sans frais et sans peine, élever tout au moins quelques Truites, de même qu'on

élève, pour sa consommation ou pour la vente, poules, pigeons ou lapins.

Aussi faut-il déplorer que l'absence des premières notions de Salmoniculture laisse ainsi tant d'eau improductive, alors que rationnellement cultivée cette eau donnerait assurément un revenu supérieur à celui que produirait la même étendue de terre. Que dirait-on d'un propriétaire ou d'un fermier qui, possédant à sa porte un excellent terrain, le laisserait constamment improductif, envahi par les mauvaises herbes, au lieu d'en tirer parti?

Pour ma part, j'ai vu bien des fois, dans la montagne, de pauvres fermiers peinant à longues journées pour arriver à descendre en ville, au jour du marché, quelques sous de légumes, de fromage ou quelques rares volailles, produit direct ou indirect d'une terre ingrate qu'ils cultivent avec tant d'efforts alors que, tout autour de leur maison, l'eau ruisselle inutilisée, s'étendant souvent même en nappes stagnantes et vaseuses qui ne servent qu'à entretenir une atmosphère d'humidité nuisible à la santé.

Or, que faudrait-il pour transformer cet état de choses, déplorable à tous égards, en une petite source de revenus apportant, avec la santé, un peu plus d'aisance? Quelques coups de pioche et de pelle donnés pendant les jours de chômage agricole et qui auraient vite fait de transformer ruisselets ou marécages en un bassin bien endigué de 1 mètre de profondeur environ, où les Truites s'élèveront plus facilement que n'importe quel produit de basse-cour. Et si le bassin est dans de bonnes conditions nutritives, ce qui est le cas général, on peut assurer que dès la fin de la deuxième année les sujets seront déjà suffisamment gros pour être utilisés et, par conséquent, livrés au commerce. Et il ne faut pas croire que leur valeur marchande soit minime, loin de là; de tous les aliments tirés du règne animal, on peut dire que ce sont ceux qui se vendent le plus cher, car leur valeur, qui atteint et souvent même dépasse 6 francs le kilogramme, ne s'abaisse jamais au-dessous de 5 francs sur les grands marchés.

On voit, par cela même, tout le parti qu'il y aurait à tirer du plus petit filet d'eau en montagne. Quelque minime et quelque sommaire que soit l'élevage, il n'est certainement pas de cultivateur qui ne soit à même d'en tirer profit, soit qu'il puisse ainsi agrémenter sa table d'un aliment délicat, soit qu'il porte au marché, avec ses produits de la terre, quelques Truites prises le matin dans le vivier, par conséquent offertes aux acheteurs avec toutes les garanties de fraîcheur désirables (qualité dont il est inutile de souligner l'importance) et dont la vente, qui serait pour lui tout bénéfice, apporterait ainsi un précieux appoint à ses maigres revenus.

En présence de cet intéressant problème, à la fois économique et social, il importe de chercher à établir, par des données précises basées sur l'expérience, le rendement moyen de ces petites exploitations piscicoles à bon marché, si faciles à réaliser et dont la pratique serait pour le pays d'une utilité d'autant plus grande qu'elle serait appelée à répandre ses bienfaits sur la classe des humbles et modestes travailleurs du sol.

Or, pour ces petits élevages, comme du reste pour des exploitations piscicoles plus importantes, il est depuis longtemps reconnu que le rendement, bien que toujours suffisant pour que la culture mérite d'être entreprise, est loin toutefois d'être identique pour une même quantité d'eau et de nourriture. Il varie souvent dans de grandes proportions avec la température moyenne de l'eau, son type chimique, sa faune, sa flore, la nature du fond, l'espèce de Salmonides cultivée, etc. Bref, il y a là une série de facteurs variés qui entrent en jeu et dont l'ensemble réalise finalement le type biologique propre à chaque bassin, type auquel correspond, pour une même surface et un même débit d'eau, un rendement moyen propre à chaque espèce cultivée.

Ainsi donc, ce rendement moyen est fonction d'une série de données fort différentes et on conçoit qu'il soit impossible de le calculer dans un laboratoire. Seule l'expérience ou, mieux, des études expérimentales comparatives peuvent nous permettre de

l'apprécier. C'est pourquoi notre laboratoire a organisé dans des régions variées des Alpes, au point de vue de l'altitude, de la nature des eaux et du terrain, etc., une série de *Bassins d'essai* qui ont pour but de nous fournir sur ce sujet des renseignements précis, puisqu'ils sont basés sur des expériences mêmes d'élevage.

Chacun de ces bassins est d'abord l'objet d'une étude monographique préalable concernant ses caractères physiques, chimiques et biologiques et dont on verra un exemple ci-dessous; après quoi des expériences d'élevage y sont entreprises avec les différentes espèces de Salmonides cultivables dans nos pays, et, au bout d'un temps déterminé, variant de 1 à 5 ans, le rendement est soigneusement calculé, tant au point de vue numérique que du poids moyen des sujets, de leur valeur alimentaire, reproductrice, des maladies contractées, etc.

Ces résultats généraux sont consignés dans un dossier qui comporte également tous les renseignements donnés par l'étude monographique. La compulsion et l'étude comparative de ces dossiers nous fournissent des données précises sur le rendement de chaque espèce de poisson, selon le type d'eau et de bassins exploités.

Depuis le peu de temps que ces bassins ont été établis, les résultats obtenus sont des plus instructifs, non seulement au point de vue principal du rendement comparé des espèces selon les caractères des eaux, mais parfois aussi au point de vue de la valeur nutritive de la faune naturelle des eaux et de l'histoire des maladies des poissons. Pour ne citer ici qu'un exemple à ce sujet, nous avons deux de nos bassins d'essai, situés chacun dans une vallée différente, mais dont l'eau présente sensiblement les mêmes caractères physico-chimiques et biologiques, la faune nutritive dominante étant représentée, dans l'un comme dans l'autre, par d'innombrables Crevettes d'eau douce (*Gammarus*) que les Salmonides mangent volontiers, surtout quand leur table n'est pas trop variée comme c'est le cas. Ces petits crustacés constituent du reste une nourriture très profitable,

ainsi que nous l'avons observé par des expériences de laboratoire. Or, bien que les conditions du milieu et de nutrition fussent donc sensiblement les mêmes dans les deux bassins, dans l'un le rendement en Saumon de fontaine, au bout de la deuxième année, était de beaucoup inférieur à celui de l'autre, le poids moyen des sujets du premier bassin atteignant à peine la moitié de celui des sujets du second.

L'observation attentive de nombreux sujets de ces deux bassins nous donna la clé de l'énigme en même temps qu'elle nous apportait un renseignement parasitologique précieux et encore inédit. Tous les Saumons du premier bassin avaient les cæcums gastriques et les intestins bondés de Cyathocéphales (*Cyathocephalus truncatus* Pal.), sorte de petits tœnias qui, lorsqu'ils sont en nombre aussi considérable, portent un grave préjudice à la nutrition de leur hôte, alors que ceux du second bassin n'en montraient jamais. La différence de rendement était donc certainement due à l'action du parasite en aussi grand nombre et il devenait intéressant de rechercher l'origine de l'infection. Nous la découvrîmes facilement en examinant les Crevettes du premier bassin. Presque toutes hébergeaient un et parfois plusieurs stades larvaires du Cyathocéphale.

Ainsi donc les expériences poursuivies dans ces deux bassins d'essai nous ont appris : 1° que se sont les Crevettes qui transmettent les Cyathocéphales aux poissons, ce qu'on ignorait encore au moment de nos observations (E. Wolf a depuis publié une étude sur le même sujet); 2° que ces parasites, lorsqu'ils sont très nombreux, portent un assez grave préjudice au développement du poisson; d'où l'on peut tirer cette importante conclusion pratique qu'il faut éviter de créer ou d'alimenter ses bassins avec de l'eau renfermant des Crevettes infestées par les Cyathocéphales si l'on veut faire de la pisciculture à fort rendement et que, par conséquent, la connaissance préalable de la faune libre et parasitaire des eaux est indispensable avant de commencer tout travail d'exploitation piscicole.

Le Laboratoire possède actuellement cinq de ces bassins

d'essai, nombre encore insuffisant pour prétendre à une étude complète de tous les types de milieu aquicole, mais que nous espérons pouvoir accroître peu à peu. Ils sont établis à des altitudes variant de 275 à 1200 mètres et offrent des températures moyennes qui s'échelonnent entre 4 et 20°. Chaque bassin est surveillé et entretenu par un chef de bassin correspondant du Laboratoire et placé sous l'administration du directeur. Ces chefs de bassin, qui habitent le voisinage immédiat des champs d'expériences dont ils sont pour quelques-uns même les propriétaires, viennent étudier la pisciculture pratique au Laboratoire et deviennent par cela même d'actifs prosélytes prêchant d'exemple et capables de donner à leur tour des conseils éclairés à ceux, de jour en jour plus nombreux, qui cherchent à retirer de leurs eaux un revenu facile, sinon important, au lieu de les laisser improductives.

Nous commençons aujourd'hui la publication des monographies de nos bassins d'essai avec les résultats des premiers essais d'élevage que nous y avons entrepris. Nous conservons à ces documents la forme énumérative qu'ils revêtent dans les dossiers que nous possédons aux archives du Laboratoire et dont l'ensemble constituera un document des plus utiles à consulter toutes les fois qu'on aura besoin de renseignements précis sur le rendement cultural des eaux.

II

Étude monographique du Bassin d'essai de Salmoniculture n° 1 et expériences de rendement.

(Type de bassin cimenté à capacité biogénique nulle)

Nous considérons comme notre *Bassin d'essai n° 1* trois des grands bacs d'élevage de notre Laboratoire de pisciculture. Ils sont établis, en effet, dans des conditions de simplicité telles qu'ils représentent le type de petit bassin de culture le plus facile à réaliser et assurément aussi celui qu'on rencontre le plus souvent dans toutes les habitations de ville ou de campagne. Complètement fabriqués en ciment, alimentés par l'eau de la ville, ils ont en conséquence une capacité biologique nulle. C'est dire que tout élevage nécessitera forcément l'alimentation artificielle du poisson. Une étude monographique de tels bassins semblerait devoir ne présenter qu'un intérêt médiocre, si nous n'étions journellement consultés au sujet du rendement piscicole de petites pièces d'eau établies dans des conditions identiques. C'est qu'en effet, dans notre région, une foule de petites propriétés, petites villas, maisons de ville même sont pourvues de tels bassins en ciment de forme et de dimensions variées, alimentés ou alimentables soit par les eaux de la ville, soit par des ruisseaux dérivés et par conséquent susceptibles d'être utilisés comme petits bassins d'élevage de Salmonides. Il n'est donc pas sans intérêt de montrer le rendement moyen qu'on peut espérer obtenir dans de tels élevages avec une alimentation artificielle modérée.

Les trois aquariums du Laboratoire qui constituent notre bassin n° 1 sont de même dimension et reçoivent la même quantité d'eau. Il suffira donc de considérer l'un quelconque d'entre eux

dans la description. Dans le premier les Salmonides passent leur première année (jusqu'à 12 mois); dans le second leur deuxième année (de 12 à 24 mois); dans le troisième leur troisième année (de 24 à 36 mois).

Les espèces dont nous allons ici indiquer le rendement sont la Truite arc-en-ciel et le Saumon de fontaine. On peut, sans inconvénient, pratiquer l'élevage mixte : Saumons de fontaine et Truites arc-en-ciel; rappelons que l'Omble-chevalier nécessite une culture pure. Son rendement est énormément diminué quand il est mélangé à des Salmonides d'une espèce différente.

Nous conservons à cette étude monographique de notre bassin n° 1 la forme qu'elle revêt dans les dossiers de bassins d'essai que nous possédons aux archives du Laboratoire et qui est d'ailleurs identique pour tous, afin de rendre plus facile la compulsion et l'étude comparative des résultats définitifs qu'ils comportent.

Bassin d'essai n° 1.

Localité. — Grenoble, Laboratoire de Pisciculture.

Altitude. — 210 mètres.

Caractères physiques de l'eau. — Température maxima 12° en été, minima 11° en hiver, moyenne 11°,5. Eau toujours limpide. Ne gèle jamais.

Caractères chimiques de l'eau. — Eau calcaire séléniteuse.

Composition chimique. — Les résultats de l'analyse sont exprimés en milligrammes par litre :

Extrait sec à 110°	256 mmgr.
Carbonate de chaux	180 —
Sulfate de chaux (anhydre)	52 —
Chlorure de sodium	4 —
Silice	1 —
Substances organiques	traces.

Degré hydrotimétrique français : 17°,3.

Fig. 1. — Un bac d'alevins de 6 mois.

Fig. 2. — Bac de Truitelles d'un an.

Formes et dimensions. — Le bassin a la forme d'un parallélipipède rectangle allongé (fig. 1, pl. I), mesurant 2 mètres environ de longueur, 0 m. 50 de largeur et 0 m. 80 de hauteur.

Surface libre de l'eau. — 1 mètre carré.

Profondeur. — 50 centimètres.

Volume de l'eau. — 500 litres.

Alimentation du bassin. — Le bassin reçoit 3 litres d'eau à la minute, au moyen d'un robinet jaugé d'où elle tombe dans le bassin d'une hauteur de 30 centimètres environ. Cette arrivée d'eau se fait à l'une des extrémités du bassin : l'écoulement se fait à l'autre extrémité au moyen d'un trop-plein entouré de grillage. L'eau qui alimente le bassin est l'eau potable de la ville de Grenoble, par conséquent de capacité biogénique nulle.

Situation du bassin. — Les trois aquariums du bassin d'essai n° 1 sont situés dans un sous-sol à demi éclairé et dont la température moyenne, à peu près constante, est de 11°. Les poissons sont nourris artificiellement à la rate de bœuf ou de cheval. On fait seulement une distribution de nourriture par jour tous les matins.

Détail des essais et résultats.

1re Année.

L'un des bassins reçoit 125 alevins de Saumon de fontaine âgés de 6 mois, sortant des bacs d'alevinage (fig. 1, pl. I), et 125 alevins de Truite arc-en-ciel dans les mêmes conditions, soit en tout 250 alevins pesant de 1 gr. 50 à 2 grammes chacun. L'alimentation consiste en 50 grammes de pulpe de rate distribuée une fois par jour sauf le dimanche. Six mois plus tard, c'est-à-dire lorsque les sujets ont atteint l'âge de 12 à 14 mois, on constate un déchet numérique de 25 % environ portant un peu plus sur les Saumons de fontaine que sur les Truites arc-en-ciel. Le poids moyen des sujets est de 10 à 12 grammes pour les Saumons de fontaine et de 20 grammes pour les Truites arc-en-ciel (fig. 2, pl. I).

2e Année.

Le second bassin (fig. 3, pl. II), identique au premier, reçoit alors 100 des sujets précédents comprenant partie égale de Saumons de fontaine et de Truites arc-en-ciel : soit 50 Saumons de fontaine âgés de 1 an et pesant de 10 à 12 grammes et 50 Truites arc-en-ciel du poids moyen de 20 grammes.

L'alimentation consiste en 100 grammes de rate distribuée régulièrement tous les matins, sauf le dimanche, et de temps à autre, une fois tous les quinze jours environ, une petite ration de 50 grammes environ de Crevettes d'eau douce ou de Lombrics. Au bout d'une année, c'est-à-dire lorsque les sujets ont atteint l'âge de 2 ans, on constate que le déchet numérique est insignifiant (4 à 5 %), portant surtout encore sur les Saumons de fontaine qui sont ici parfois atteints de cancer thyroïdien (environ 2 %); le reste du déchet est dû soit à une sorte de cachexie d'ordre trophique (le sujet maigrit ou plutôt ne grossit plus, perd son activité et ses téguments se décolorent; finalement il succombe sans lésions apparentes); soit à l'infection de petites blessures des nageoires, notamment de la nageoire dorsale, et résultant sans doute de morsures que se font les poissons entre eux.

Le poids moyen des sujets est alors, au bout de cette deuxième année de petit élevage (fig. 3, pl. II) :

Saumon de fontaine.....	70 grammes.
Truite arc-en-ciel.....	90 —

3e Année.

Le troisième bassin (fig. 4, pl. II), semblable en tous points aux deux premiers, reçoit alors seulement 50 des sujets précédents comprenant : 25 Saumons de fontaine de 70 grammes; 25 Truites arc-en-ciel de 90 grammes.

L'alimentation consiste en 100 grammes de rate hachée, distribuée tous les jours comme dans le bassin précédent et, comme dans ce dernier, entremêlée, de temps à autre, de petites distribu-

Fig 3. — Bac des Salmonides (Sujets de deux ans).

Fig. 4. — Bac des Salmonides (Sujets de trois ans).

tions de Crevettes ou de Lombrics. Au bout de l'année, c'est-à-dire lorsque les sujets ont atteint l'âge de 3 ans, le déchet numérique est nul et le poids moyen des sujets est de :

Saumon de fontaine.....	160 grammes.
Truites arc-en-ciel	250 —

Conclusions.

Les résultats de nos expériences d'élevage dans notre bassin n° 1 montrent qu'il est parfaitement possible de pratiquer la petite culture des Salmonides dans des bassins cimentés de taille exiguë et faiblement alimentés par de l'eau du type calcaire à une température moyenne de 12°.

Assurément la croissance n'est pas énorme puisque les sujets atteignent seulement 200 à 250 grammes en moyenne au bout de 3 ans, mais il faut tenir compte de l'étroitesse de l'espace utilisé et de l'absence de sélection au cours de l'élevage. C'est, en somme, l'élevage le plus simplifié possible dans une très petite quantité d'eau et organisé de façon à obtenir le plus grand nombre de sujets, comestibles ou marchands, au cours de la troisième année[1].

Notons qu'il y aurait intérêt à trier les plus beaux sujets dès le commencement de la deuxième année. En faisant de même au début de la troisième année, le rendement serait, sinon doublé, du moins augmenté dans des proportions considérables.

L'élevage mixte nous a montré en outre que, dans nos eaux, les Truites arc-en-ciel sont d'un rendement nettement supérieur à celui des Saumons de fontaine. Il est donc recommandable d'élever plus particulièrement la Truite arc-en-ciel dans des bassins réunissant les conditions physiques et chimiques énoncées ci-dessus.

---

[1] En faisant le calcul de la quantité de nourriture (rate ou foie) utilisée par rapport au poids de Truite obtenu, on trouve que, dans un tel élevage, il faut environ 5 à 6 kilogrammes de nourriture (rate ou foie) pour 1 kilogramme de Truite. Ces chiffres sont bien en accord avec ceux de M. Raveret-Wattel (*Pisciculture*, I. Salmonides, Paris, 1904).

Ces conditions, qu'on peut considérer comme essentielles, car ce sont, pour ainsi dire, des conditions limites, peuvent être ainsi résumées :

Pour un bassin de 500 litres avec une eau de température à peu près constante de 12° : débit d'eau non inférieur à 3 litres à la minute. Ne pas mettre dans le bassin plus de 300 alevins de 6 mois; ou plus de 100 sujets de 1 an; ou plus de 50 sujets de 2 ans.

Donner tous les jours de la nourriture, soit 50 à 60 grammes dans le bassin de première année, et le double dans ceux de deuxième et troisième année.

Au point de vue de l'installation pratique, il suffira donc de disposer de trois bassins semblables et semblablement alimentés pour avoir à la disposition de sa table, dans le courant de chaque année, une cinquantaine de truites de 200 grammes en moyenne et dignes chacune de représenter déjà un succulent petit plat pour une ou deux personnes.

Pour cela, en tenant largement compte du déchet numérique, il suffira de disposer, par chaque cycle d'élevage, de 200 beaux alevins de 6 mois.

Enfin, on veillera avec soin aux déprédateurs et aussi à ce que l'agencement du bassin, au point d'écoulement d'eau, ne permette aucune fuite possible des alevins qui, on ne saurait trop le répéter, ont les plus grandes tendances à s'échapper par les plus petites fissures, même aux jointures les plus étroites des grillages.

Nota. — Dans de tels élevages à nourriture purement artificielle et cependant alimentés par une eau de source considérée comme très pure (eau de la ville de Grenoble), nous avons vu plusieurs fois nos bassins envahis par certaines maladies parasitaires revêtant même, en certains cas, un caractère épidémique. Ce sont :

1° La *Costiase,* fréquente et funeste, mais seulement pour les tout jeunes alevins, surtout ceux de Saumon de fontaine.

2° La *Chilodoniase,* sévissant sur les Truites arc-en-ciel; assez grave.

3° L'*Ichtyophtiriase,* sur les Saumons de fontaine; peu grave.

4° *Gyrodactylose,* sur les Truites arc-en-ciel et les Saumons; sans gravité.

III

Étude monographique du Bassin d'essai n° 5 (Pl. III) et expériences de rendement.

Chef de bassin. — M. Paul Giraud.

Localité. — Lans (hameau des Jailleux).

Altitude. — 1100 mètres.

Température de l'eau. — Maxima 16° (en été), minima 4° (en hiver), moyenne : 7 à 8°.

Eau limpide. — Se troublant seulement légèrement au moment de la fonte des neiges.

Type chimique de l'eau. — Eau calcaire.

Composition chimique de l'eau :

Extrait sec à 110°	159 mmgr.
Carbonate de chaux	140 —
Sulfate de chaux (anhydre)	6 —
Chlorures	néant.
Evaluation de la matière organique en O	0 mmgr. 3

Degré hydrotimétrique français : 12°,6.

Superficie totale du bassin. — 312 mètres carrés.

Volume total de l'eau. — 260 mètres cubes.

Profondeur. — Maxima, 1 m. 60; moyenne, 0 m. 80.

Structure du bassin. — Bassin creusé en pleine terre dans un terrain argilo-siliceux, avec fragments de calcaire et menus débris de silex. Le fond est herbeux, sur sol argilo-vaseux, avec débris calcaires.

Le bassin est subdivisé en trois compartiments ou bassins

Bassin d'essai n° 5, aux Jailleux (commune de Lans).
Altitude 1.100 mètres.

secondaires A, B, C, communiquant entre eux (v. le plan ci-joint p. 211). Le compartiment A mesure 114 mètres carrés et a une capacité de 80 mètres cubes; le compartiment B a 150 mètres carrés et une capacité de 150 mètres cubes; le compartiment C, affecté spécialement aux reproducteurs, a 48 mètres carrés et une capacité de 30 mètres cubes.

Alimentation du bassin. — Le bassin est alimenté par deux sources : 1° une source α (v. le plan) débitant 340 litres à la minute, dont l'eau est amenée, partie dans le compartiment A par un court canal, partie dans le compartiment B par un ruisseau en S avec petite chute d'eau; 2° une source β, donnant 20 litres à la minute, se déverse dans le compartiment C par un court ruisseau.

Le débit total d'eau alimentant le bassin est donc de 360 litres à la minute. Il varie peu dans le courant de l'année (1/6 en plus ou moins).

Le bassin ne gèle jamais que sur les bords, même dans les hivers rigoureux.

Caractère du cours d'eau alimentant le bassin. — On ne peut considérer comme un cours d'eau le canal d'amenée de la source α aux bassins A et B, car il est cimenté jusqu'à la chute d'eau située à son premier tiers. Nous noterons cependant qu'il n'a sur son trajet aucune servitude industrielle ou ménagère et que les Salmonides du bassin B y remontent au moment de la fraie. En aval de la petite chute d'eau, le canal héberge de nombreuses Crevettes (Gammarus), des larves de Diptères (Tanypes), d'Ephémérides (Cloë, Némoure) et de Phryganides. Sa *capacité biogénique* est alors de 4 (échelle de 0 à 10).

Caractères biologiques du bassin.

Situation. — Le bassin n° 5 (pl. III) est un bassin en plein air, sans ombrages. Toutefois un bois montueux, situé à 10 mètres au Sud, porte une ombre qui prive totalement le bassin de

soleil pendant les mois de décembre et de janvier et, partiellement, en novembre et février.

Végétation des bords. — Gazon des prairies : Menthe, Jonc, Prêle, Véronique aquatique, Cresson. *Dominantes :* Prêles et Véroniques.

Flore naturelle ou artificielle de l'eau. — Potamogeton, Cresson, Véronique, Glycérie (par touffes sur les bords). *Dominantes : Potamogeton* (tapisse une grande partie du fond du bassin), Véronique.

Au milieu de l'eau, et surtout dans le compartiment A, flottent par grosses masses floconneuses, des conferves constituées presque exclusivement de filaments de *Spirogyra.*

Faune naturelle du bassin. — Crevettes (Gammarus), larves de Diptères (Tanypes, Chironomes, Tipulides), larves d'Ephémérides (Cloë et Boetis), larves de Phryganides (Drusus, Agapetus, Plectrocnemia), Limnées et, par places, quelques touffes de Tubifex. Dès la fin de mars le bassin montre un plankton riche en Copépodes, notamment en Cyclops. Ces derniers sont surtout nombreux autour des masses de Spirogyres qui hébergent aussi quantité de larves de Diptères.

Capacité biogénique. — 4.

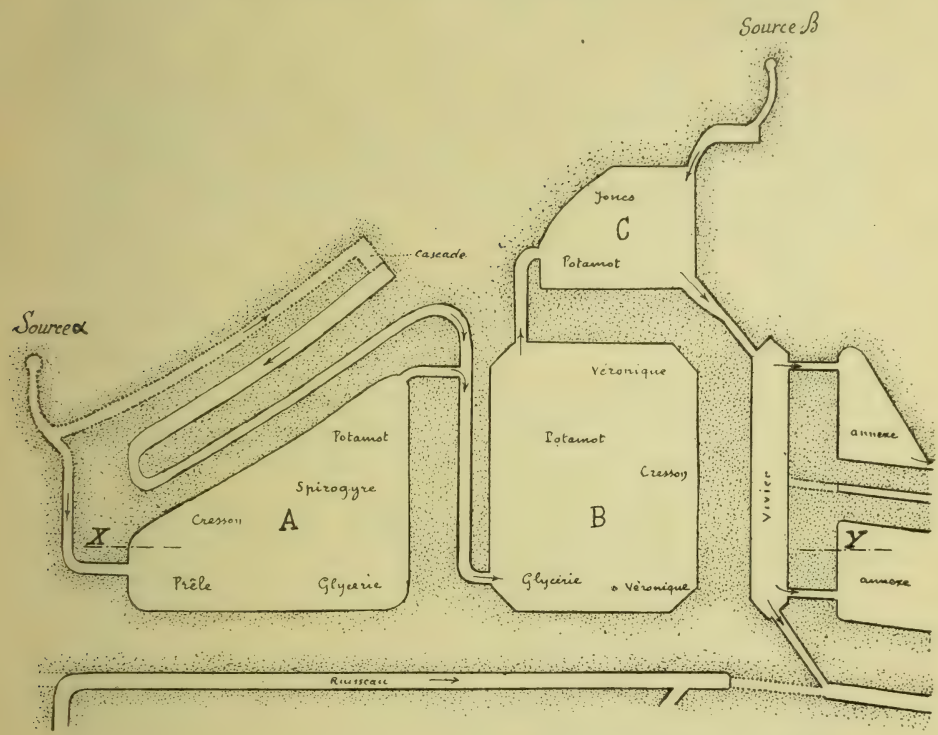
Les dominantes de cette faune nutritive sont, par ordre d'importance, les Crevettes, les larves de Diptères et de Phryganides.

Parasitologie. — Un grand nombre de Crevettes hébergent la larve du *Cyathocephalus truncatus* qu'elles transmettent aux poissons.

Plus rarement les Crevettes sont infestées par une Microsporidie nouvelle, non transmissible aux poissons et que Léger et Hesse désignent sous le nom de *Thelohania giraudi* n. sp.

Animaux déprédateurs. — Rats d'eau (assez communs), Grenouilles (assez rares; leurs méfaits sont douteux), Dytisques, Corbeaux (ces animaux ont été vus par bandes faisant la chasse aux alevins sur les bords du bassin).

Plan du Bassin d'essain° 5 (Échelle de 2mm, 5 par mètre).



Coupe suivant *xy*.

Expériences de Salmoniculture en rendement naturel effectuées dans le bassin d'essai n° 5, aux Jailleux (commune de Lans), a 1100 mètres d'altitude.

Les essais de rendements relatés ci-dessous ont été faits spécialement en vue d'étudier le rendement naturel de ces eaux, par conséquent aucune alimentation artificielle n'a été distribuée au poisson.

Saumon de fontaine (bassin A).

800 alevins de 6 mois (provenance : Laboratoire de l'Université), mesurant 6 centimètres et pesant en moyenne 2 gr. 50, sont lancés en juin 1905.

1 an 1/2 plus tard, c'est-à-dire lorsque les sujets ont atteint l'âge de 2 ans, leur nombre est réduit à 400. Leur poids moyen est de 30 grammes, leur longueur moyenne de 14 centimètres.

2 ans 1/2 plus tard, c'est-à-dire lorsque les sujets ont atteint l'âge de 3 ans, leur nombre est réduit à 350. Leur poids moyen est de 60 grammes et leur longueur moyenne de 18 centimètres.

Nota. — Au bout de ces 3 ans la croissance des sujets est extrêmement variée; ainsi 3 % atteignent près de 200 grammes, 5 % 150 grammes et le reste varie de 30 à 100 grammes.

La coloration des sujets est peu vive, les zébrures de la région dorsale peu accentuées.

La chair est très ferme, savoureuse et légèrement saumonnée. Pas de goût de vase.

Tous les sujets, à partir de la deuxième année, sont envahis par les Cyathocéphales qui remplissent les cæcums gastriques.

Truite arc-en-ciel (bassin C).

500 alevins de 6 mois (provenance : établissement Pion-Gaud d'Ornacieux), mesurant 4 cm. 5 et pesant 1 gr. 20, sont lancés en septembre 1905.

2 ans 1/2 plus tard, c'est-à-dire lorsque les sujets ont atteint l'âge de 3 ans, leur nombre est réduit à 200. Leur poids moyen est de 50 grammes, avec une longueur moyenne de 17 cm. 5.

Nota. — Sur ce nombre, 10 % des sujets atteignent 150 grammes; le reste, de taille très diverse, varie de 25 à 100 grammes.

Les gros sujets présentent un brillant coloris avec une large bande violette irisée sur les flancs et la nageoire adipeuse bien marquée d'une tache noire.

La chair est un peu molle, néanmoins délicate et faiblement saumonnée. Aucun goût de vase.

Les gros sujets femelles atteignent seulement leur maturité sexuelle en mai et leurs œufs sont petits.

La plupart des sujets, surtout les gros, sont atteints de Cyathocéphalose.

Truite indigène (bassin B).

1.000 alevins de 6 mois (provenance : Laboratoire de l'Université), mesurant 5 centimètres et pesant 1 gr. 50, sont lancés en juillet 1905.

2 ans 1/2 plus tard, c'est-à-dire lorsque les sujets ont atteint l'âge de 3 ans, leur nombre est réduit à 425. Leur poids moyen est de 25 grammes, avec une longueur moyenne de 13 cm. 5.

Nota. — Sur ce nombre, 2 % des sujets atteignent un poids de 100 grammes, 20 % pèsent 50 grammes. Le reste est très petit et pèse de 15 à 25 grammes.

Les plus gros sujets ont une coloration brillante. Robe à points noirs sur fond vert doré, avec empreintes ardoise; adipeuse à trois taches d'un rouge vif.

La chair est assez ferme, savoureuse, sans goût de vase, et faiblement saumonnée. La maturité sexuelle, autant qu'on a pu en juger sur trop peu de sujets, paraît avoir lieu au commencement de décembre.

Tous les sujets sont atteints par les Cyathocéphales qui encombrent les cæcums gastriques et l'intestin.

Observations générales sur l'alimentation naturelle. — L'examen du contenu stomacal des divers sujets sacrifiés nous a montré que les éléments nutritifs absorbés au printemps par ces différents Salmonides consistent surtout en larves de Phryganes, larves de Diptères (Tanypes), absorbés en quantité avec des touffes de Spirogyre et quelques Limnées. Les Crevettes, qui sont pourtant un élément dominant de la faune des bassins, paraissent moins recherchées que les proies précédentes. Il n'est pas douteux pourtant qu'elles entrent pour une notable part dans l'alimentation des Truites, ainsi que le démontre péremptoirement la Cyathocéphalose intense qu'elles déterminent.

Conclusions.

Le bassin d'essai n° 5 est un type de bassin à très faible rendement, même si l'on tient compte de l'absence de nourriture artificielle. C'est pourquoi il nous a paru intéressant d'exposer ici son étude monographique qui nous donne la clé de sa pauvreté, plutôt que de présenter un type de bassin à fort rendement, comme on en décrit dans tous les traités, mais qui malheureusement ne sont pas réalisables partout.

Pour un cube d'eau total de 260 mètres cubes, à une température variant de 4° à 16°, l'alimentation en eau (360 litres à la minute) est largement suffisante, mais la capacité biogénique 4, avec Crevettes, larves de Diptères et de Phryganes comme dominantes, est trop faible pour obtenir des résultats pratiques satisfaisants sans nourriture artificielle.

A cause de la basse température des eaux, seuls les Salmonides peuvent être cultivés. Les résultats de nos premiers essais de culture dans ce bassin nous ont montré :

1° Que le déchet numérique est d'environ 50 % au bout de 2 ou 3 ans, en peuplant avec des alevins de 6 mois.

2° Que le Saumon de fontaine donne ici le rendement le plus fort, 60 grammes de moyenne (avec 250 grammes de maximum) en 3 ans.

Que la Truite arc-en-ciel vient ensuite avec un rendement moyen de 50 grammes en 3 ans (avec 150 grammes de maximum).

Que la Truite indigène reste avec un rendement très inférieur, pour ne pas dire insignifiant, soit 25 grammes de moyenne (et 100 grammes de maximum) en 3 ans.

3° Que tous ces Salmonides sont infestés par de nombreux Cyathocéphales, transmis par les Crevettes que nous avons, du reste, reconnues infestées par les larves de ces Helminthes dès le début de ces expériences.

4° Qu'il serait inutile d'augmenter le nombre des sujets d'élevage dans l'espoir d'accroître le rendement total en raison du faible coefficient de croissance constaté dans les expériences ci-dessus.

De ces observations générales on peut déduire les conclusions pratiques suivantes :

Le bassin d'essai n° 5, comme tous ceux qui sont dans les mêmes conditions physiques et biologiques, est seulement utilisable pour les Salmonides et il est nécessaire d'y pratiquer l'alimentation artificielle si l'on veut obtenir un rendement satisfaisant.

Le Saumon de fontaine doit y être élevé de préférence.

La basse température de l'eau, sa capacité biogénique insuffisante et l'infection des Crevettes par les Cyathocéphales qu'elles transmettent aux poissons sont les principales causes de ce faible rendement.

Ce travail démontre péremptoirement la nécessité de procéder préalablement à l'étude hydrobiologique des bassins que l'on se propose de livrer à la culture piscicole.

IV

Étude monographique du Bassin d'essai n° 2 (Pl. IV) et première expérience de rendement en Truite arc-en-ciel.

(Observations de E. HESSE)

Chef de bassin. — M. Amodru (Joseph), dit Eugène.

Localité. — Uriage-les-Bains (Beau Site).

Altitude. — 400 mètres.

Température de l'eau. — Maxima 16° (en été), minima 10° (en hiver), moyenne 12°.

Eau limpide en temps ordinaire, troublée seulement d'une façon momentanée après plusieurs jours de pluie persistante.

Type chimique de l'eau. — Eau calcaire et séliniteuse renfermant du fer.

Composition chimique de l'eau :

Résidu sec à 110°	323 mmgr.
Carbonate de chaux	205 —
Sulfate de chaux	60 —
Chlorure de sodium	10 —
Fer	quantité notable.
Substances organiques	traces.

Degré hydrotimétrique français : 21°.

Superficie totale du bassin. — 106 mètres carrés.

Volume total de l'eau. — 63 mètres cubes.

Profondeur de l'eau. — Maxima, 0 m. 75; moyenne, 0 m. 60.

Structure du bassin. — Bassin cimenté, avec un peu de vase au fond sur laquelle se trouvent des touffes d'Algues (Vauchérie).

Bassin d'essai n° 2, à Uriage.
Altitude 400 mètres.

Le bassin est subdivisé en 6 compartiments communiquants, commandés les uns par les autres (voir le plan ci-joint p. 218). Le compartiment n° 1 a une superficie de 21 mètres carrés et une capacité de 10 mètres cubes; le compartiment n° 2 mesure 23 mètres carrés et contient 13 mètres cubes; le compartiment n° 3 a 26 mètres carrés et contient 15 mètres cubes; le compartiment n° 4, de 7 mètres carrés, renferme 5 mètres cubes d'eau; le compartiment n° 5, de 8 mètres carrés, a un volume de 6 mètres cubes; enfin le compartiment n° 6, avec une surface de 21 mètres carrés, et il contient 14 mètres cubes d'eau.

Alimentation du bassin. — Le bassin reçoit l'eau directement de deux sources, cette eau passe ensuite de compartiment en compartiment et s'écoule par le déversoir placé à l'extrémité du bassin n° 6.

Le débit total d'eau alimentant le bassin à la minute est de 400 litres. Ce débit peut s'abaisser jusqu'à 320 litres par les grosses sécheresses de l'été.

L'eau du bassin ne gèle jamais.

Caractères biologiques du bassin.

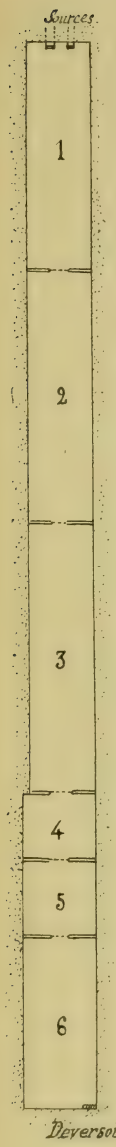
Situation. — Le bassin (pl. IV) établi au milieu d'une prairie, est en plein air sans ombrage.

Végétation des bords. — Herbes des prairies, quelques touffes de Bambous.

Flore naturelle de l'eau. — Cresson, dans le compartiment n° 1; touffes de Mousse (*Hypnum riparium*) sur les pierres du fond et sur les parois latérales; ces Mousses sont complètement couvertes de Diatomées (*Cocconeïs*); quelques touffes de *Batrachospermum* s'observent sur les petits cailloux du fond. Sur la vase, des paquets d'algues (*Vaucheria*) et très nombreuses Diatomées. *Dominante :* Vauchéries.

Faune naturelle du bassin. — Limnées, Ancyles, larves de Chironomes et de Tanypes, quelques Crevettes, très peu de lar-

ves de Phryganides; têtards de Tritons et de Salamandres. *Dominante :* Limnées.



Plan du Bassin d'essai n° 2. (Échelle de 1 p. 300.)

Capacité biogénique. — 3.

Animaux déprédateurs. — Rats d'eau (communs), Couleuvres, Bergeronnettes (ces oiseaux ont été vus emportant des alevins).

Détail des expériences et résultats.

Nous n'indiquerons ici que les résultats obtenus avec la Truite arc-en-ciel; le nombre de Saumons de fontaine et de Truites indigènes mis en essai ayant été trop faible, on ne peut se baser sur les résultats obtenus avec la culture de ces espèces pour en tirer des renseignements pratiques.

Au mois de juin de l'année d'éclosion, c'est-à-dire lorsque les alevins sont âgés de 3 mois environ, ils sont placés dans le compartiment n° 1; au mois de juin de l'année qui suit, ils sont poussés dans le compartiment n° 2 pour faire place aux alevins de l'année. Ils passent ensuite dans le compartiment n° 3, et enfin dans le compartiment n° 6. Les compartiments n°s 4 et 5 sont destinés à isoler les reproducteurs ou les sujets spéciaux mis en observation.

Deux ou trois fois par semaine, on fait aux poissons une distribution de nourriture artificielle composée tantôt de fromage blanc, tantôt de viande de cheval dessalée, ou de déchets de viande, tantôt d'un mélange de sang et de bouillie de pommes de terre, en quantité telle que toute la nourriture soit aussitôt absorbée.

Une brèche s'étant ouverte dans l'une des vannes, un nombre considérable de sujets se sont échappés et ont gagné le ruisseau voisin; par suite de cet accident, nous n'avons pas de données précises sur le déchet numérique, nous relaterons donc uniquement les résultats de croissance.

1re Année.

Les alevins, provenant d'œufs produits sur place et mis en incubation dans un petit laboratoire annexé au bassin, sont gardés dans les bacs d'éclosion jusqu'en juin. A ce moment ils sont versés dans le compartiment n° 1.

A la fin de la première année, ils atteignent une longueur moyenne de 15 centimètres et un poids moyen de 30 grammes.

2e Année.

Les poissons amenés dans le compartiment n° 2 y restent jusqu'à la fin de la deuxième année. Leur taille moyenne est alors de 21 centimètres et leur poids moyen de 90 grammes.

3e Année.

A la fin de la troisième année, dans le bassin n° 3, le poids moyen est de 280 grammes et la longueur moyenne de 30 centimètres.

Nous avons aussi mesuré et pesé des sujets de 5 ans; mais les expériences ont porté sur un trop petit nombre d'individus pour que l'on puisse en tirer des conclusions générales, nous les donnons à titre de simple indication : poids moyen 555 grammes, longueur moyenne 37 centimètres.

La peau des poissons présente une teinte claire avec une bande rouge latérale bien marquée.

La chair est assez ferme, blanche, savoureuse; aucun goût de vase. Quelques individus de 3 ans avaient une chair faiblement saumonnée.

Les sujets de 3 ans et plus sont de très bons reproducteurs; la maturité sexuelle a lieu en février et mars, mais l'époque de cette maturité avance un peu chaque année, ainsi, en 1909, certains individus ont donné des produits mûrs vers le 15 janvier.

Une entérite a causé la mort de quelques individus; elle était due à une suralimentation au fromage blanc et a cédé à la diète. Certains individus présentent sur le dos des déchirures assez profondes de la peau qui sont dues aux ronces artificielles placées dans le bassin n° 6.

Observations complémentaires sur l'alimentation.

Outre la nourriture artificielle qui leur est distribuée, les poissons trouvent dans le bassin une certaine quantité de nourriture naturelle. Ainsi, dans l'intestin des Truites âgées, on trouve des Limnées, des Crevettes et des têtards de Tritons et de Salamandres.

Les grosses Salamandres femelles (*Salamandra maculosa*) qui viennent mettre à l'eau leur progéniture peuvent être, elles-mêmes, mangées par les Truites, mais c'est là une alimentation désastreuse, ainsi que l'a observé M. Amodru. Il vit, un jour, en effet, une grosse Truite mourir rapidement après avoir été secouée de convulsions violentes et cela sans aucune cause apparente. A l'autopsie, il trouva dans l'estomac une Salamandre jaune et noire adulte, dont le venin n'avait pas tardé à manifester sa funeste action.

Conclusions.

Bien que les premiers essais de Salmoniculture entrepris par M. Amodru dans le bassin d'essai n° 2 ne se rapportent encore qu'à la Truite arc-en-ciel, nous avons cru cependant utile d'en mentionner, dès maintenant, les résultats, car ils permettent de se faire une idée précise du rendement qu'on peut obtenir dans un petit élevage pratique de montagne avec un minimum de dépense en alimentation artificielle.

Avec une surface de 106 mètres carrés, un volume de 63 mètres cubes, un renouvellement de 400 litres à la minute et une température moyenne de 12°, qui rend impossible toute culture piscicole autre que celle des Salmonides, on voit que le rendement moyen a été, pour les Truites arc-en-ciel, de 280 grammes en 3 ans.

Ces résultats sont encore bien incomplets puisqu'ils ne portent que sur une seule espèce, cependant, en les comparant avec

ceux du bassin n° 1, on voit que, avec une nourriture mélangée : fromage, déchets de viande, sang et pommes de terre, distribuée deux ou trois fois par semaine, on obtient un rendement légèrement supérieur à celui que donne la même espèce dans le bassin n° 1 où l'on donne cependant tous les jours une ration de pulpe de rate. Ce résultat est dû sans doute à l'absorption de nourriture naturelle, bien que celle-ci soit peu abondante (la capacité biogénique du bassin étant 3 avec les Limnées comme dominante) et aussi à la surface et au volume d'eau beaucoup plus considérables.

UNE STATION RHODANIENNE DE " BRANCHIURA SOWERBII " (BEDD.)[1]

Par Léon PERRIER,

Chef des Travaux de Zoologie à la Faculté des Sciences de Grenoble.

Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble,*
Tome XXI, n° 1, 1909.

Branchiura Sowerbii (Bedd.) est une Annélide Oligochète de la famille des Tubificides, qui a été trouvée pour la première fois, en 1892, par Beddard dans la vase des bassins d'eau chaude des *Victoria regia* du jardin de la Société Botanique de Londres.

Elle a été retrouvée, une seconde fois, par Michaelsen tout récemment (1908) à Hambourg, en une situation identique, c'est-à-dire dans le bassin des *Victoria regia* du jardin botanique de cette dernière ville.

Ainsi que le signale Beddard[2], ainsi que le renouvelle Michaelsen, dans son récent travail[3], il s'agit là d'une espèce par-

[1] Nous devons la détermination précise de nos échantillons à M. le Dr Luigi di Cognetti de Martiis, Libero Docent, à l'Université de Turin. Nous lui exprimons ici toute notre gratitude pour l'amabilité avec laquelle il s'est mis à notre disposition.

[2] Beddard, A New Oligochaete [Branchiura Sowerbii (Bedd.)]. *Quart. Journ. Micr. Sc.*, 1892, p. 325, pl. XIX.

[3] Michaelsen, Zur Kenntniss der Tubificiden (*Archiv für Naturgeschichte*, 1908, p. 129, pl. III).

ticulièrement intéressante par ses caractères anatomiques dont le principal — très rare chez les Oligochètes — consiste en une série de branchies externes contractiles disposées à la partie postérieure du corps de l'animal.

Beddard qui, le premier, a découvert et étudié cette Oligochète a créé pour elle, à la fois, une espèce et un genre nouveau.

Voici, d'après sa Monographie des Oligochètes[1], les caractères génériques et spécifiques de *Branchiura Sowerbii :*

Genus **Branchiura** (Beddard).

Définition. — Posterior segments with a series of contractile branchial processes in dorsal and ventral médian lines, a pair to each segment. Setœ capiliform and uncinate, capiliform setœ in dorsal bundles of anterior segments only. Two pairs of enlarged circular wessels (hearts) in IX and X. These and anterior perivesceral loops contractile. Dorsal vessel ventral in position in all segments after the twelfth.

Branchiura Sowerbii (Beddard). — *Définition.* — Length about 25 mm.; number of segments about 170. Branchiae upon last 50-80 segments. Nephridia commence in segment XII. Hab. — ? (Found in Victoria regia tank in Botanical Society's Gardens, Regent's Park, London.)

Nous avons eu l'occasion de trouver cette espèce — qui apparaît, d'après les travaux de Beddard et de Michaelsen, comme une espèce importée et à qui des conditions particulières de milieu semblaient nécessaires pour vivre — dans un habitat totalement différent de celui qui lui était connu jusqu'à ce jour.

Nous l'avons retrouvé dans le *Rhône,* à Tournon (Ardèche), et il nous a semblé intéressant de signaler et sa présence dans un cours d'eau important de la région méridionale de la France et les conditions particulières de son existence dans ce nouvel habitat.

La première fois que nous eûmes l'occasion de rencontrer *Branchiura Sowerbii* ce fut en août 1906, à quelque distance de l'embouchure du Doux, petit affluent du Rhône (station 1)[2].

---

[1] Beddard, *A Monograph of the Order of Oligochæta* (Oxford, 1895).

[2] Voir la carte ci-jointe.

Les individus trouvés étaient enfouis dans la vase d'une petite flaque d'eau laissée par le Rhône — à cette époque particulièrement bas — au cours de ses variations de niveau, mais toujours en relation avec le fleuve par des infiltrations souterraines. Le fond de la flaque était constitué par une vase compacte fortement mêlée de débris organiques en décomposition. Les individus, récoltés en grand nombre, présentaient de belles dimensions et se trouvaient répartis soit à la surface de la vase, laissant émerger leur extrémité postérieure pourvue de branchies, soit à l'intérieur de la vase à une certaine profondeur.

Les échantillons recueillis en 1906 furent fixés et conservés. L'année suivante, en août 1907, nous ne pûmes retrouver aucun échantillon à la station dont nous venons de parler. La flaque d'eau était complètement desséchée, sans aucun doute depuis fort longtemps. Nous n'avons depuis lors jamais retrouvé *Branchiura Sowerbii* en ce point.

Mais en cherchant quelques centaines de mètres plus en amont sur les bords du Doux, tout près de son embouchure dans le Rhône, nous avons retrouvé quelques individus, à la vérité peu nombreux, mais très beaux, vivants dans la vase des bords du ruisseau (station 2).

Les conditions d'habitat sont, dans cette deuxième station, très sensiblement différentes. Là l'eau est vive et courante. Elle coule sur un fond de sable pur et les rares parties vaseuses de minimes étendues, situées sur les bords, sont fortement mélangées de sable granitique.

Etendant alors nos recherches, nous avons retrouvé l'espèce en question soit en août 1907, soit en octobre 1908, à quelques kilomètres plus bas, dans le Rhône, et dans des conditions d'abondance particulièrement remarquables.

Le point précis où nous la signalons et où cette espèce a pris un développement considérable est situé en aval de Tournon, ainsi qu'on peut le voir sur la carte (station 3).

Là, sur les bords d'un vaste *délaissé* du Rhône, toujours en communication avec lui surtout aux fortes eaux, dans ce que

l'on appelle dans le pays une *lône* et dans le cas particulier qui nous occupe la *lône Feray,* nous avons trouvé *Branchiura Sowerbii* en quantité prodigieuse.

La station s'étend sur l'un des bords, celui qui est opposé à la rive, et sur toute la longueur de ce *délaissé* qui n'a pas moins de un kilomètre et demi à deux kilomètres de longueur.

Branchiura Sowerbii est en ce lieu répartie sur une plage vaseuse de quelques mètres de largeur, laquelle contient, avec cette dernière espèce, une quantité d'autres tubificides que nous n'avons pas encore recueillis méthodiquement. Elle pullule véritablement et c'est par milliers qu'on trouve là cette espèce intéressante, au sein d'une vase noirâtre qui est fortement mélangée de débris végétaux en décomposition. Elle paraît se tenir tout particulièrement à la limite des eaux et suivre les variations de celles-ci.

Les caractères de l'habitat, en cet endroit où l'espèce s'est développée d'une façon si intense, rappelle beaucoup ceux de la première station que nous avons signalée.

Nous avons pu, en août 1907 et en octobre 1908, recueillir *Branchiura Sowerbii* en très grande quantité, et il nous a été possible de conserver très longtemps à l'état vivant, dans les aquariums de notre laboratoire d'aquiculture, ceux des individus que nous avions rapportés dans de la vase prélevée à la station même.

C'est ainsi que la détermination précise de M. le Dr Luigi di Cognetti de Martiis a pu être faite sur des échantillons vivants que nous lui avons adressés et qui provenaient de notre récolte de 1908 à la station 3. Les exemplaires examinés par lui n'étaient pas encore parvenus, paraît-il, à complète maturité sexuelle. De l'examen d'une série de coupes M. le Dr Luigi di Cognetti de Martiis a pu déduire que les organes sexuels eux-mêmes étaient en voie de formation.

La présence de *Branchiura Sowerbii* signalée dans le Rhône, il nous reste à examiner les conclusions que l'on peut tirer de

l'existence à l'état libre — si l'on peut s'exprimer ainsi — de cette espèce intéressante.

Il est inutile, croyons-nous, d'insister sur les différences de conditions, sinon du milieu vaseux, du moins du milieu aquatique, qui séparent les bassins à eau chaude des jardins botaniques de l'eau courante du Rhône.

Dans les bassins en question, l'eau est maintenue à une température élevée, toujours constante. Dans le Rhône, comme dans tous les cours d'eau de nos régions, l'eau subit des variations de température considérables suivant les saisons.

Il est vrai de dire, cependant, que dans toutes les stations où nous la signalons, que ce soit la flaque de la station 1, l'embouchure du Doux (station 2) ou la *lône Feray* (station 3), *Branchiura Sowerbii* se trouve toujours placée dans les conditions les meilleures pour voir l'eau atteindre, en toutes saisons et surtout en été, la température la plus élevée. Mais il y a néanmoins très loin, surtout pendant la mauvaise saison, de cette température éminemment variable à celle toujours élevée *et constante* qui est entretenue dans les bassins d'eau chaude des jardins botaniques.

On peut donc tout d'abord déduire de ces premières considérations que *Branchiura Sowerbii* est une espèce qui supporte très bien des changements considérables dans les conditions de son existence, du moins en ce qui concerne la température qui est toujours un facteur particulièrement important.

Ceci constaté, il faut maintenant nous demander si cette Oligochète intéressante est une espèce *autochtone* faisant partie naturelle de la faune du Rhône ou bien une espèce *importée* depuis peu et acclimatée.

C'est là, on le comprendra, une question difficile à élucider.

Tout d'abord la présence de *Branchiura Sowerbii* dans deux bassins de même nature, à Londres et à Hambourg, c'est-à-dire dans des conditions particulières et identiques de milieu, éveille aussitôt, pour les individus trouvés dans ces deux localités, l'idée d'une espèce transportée et importée en Angleterre et en

Allemagne avec les plantes exotiques qui cohabitent avec elle et qui sont les mêmes dans les deux bassins.

Nous avons donc porté nos investigations dans cette direction, et tout d'abord nous avons pensé, étant donné qu'il existe au Jardin botanique de Lyon des bassins à *Victoria regia*, qu'il était fort possible de trouver là le centre de dispersion de *Branchiura Sowerbii* dans la vallée du Rhône. On pouvait, en effet, penser que des individus importés dans ces bassins, avec les plantes en question, auraient fort bien pu, entraînés dans le Rhône par un canal de déversement du jardin botanique et transportés par le courant, venir échouer à Tournon. Là, trouvant des conditions favorables, ils se seraient reproduits et auraient pullulé.

Nous avons dû, en nous basant sur les renseignements qui nous ont été fournis, abandonner l'idée d'une importation et d'une dispersion par les bassins à *Victoria regia* du jardin botanique de Lyon.

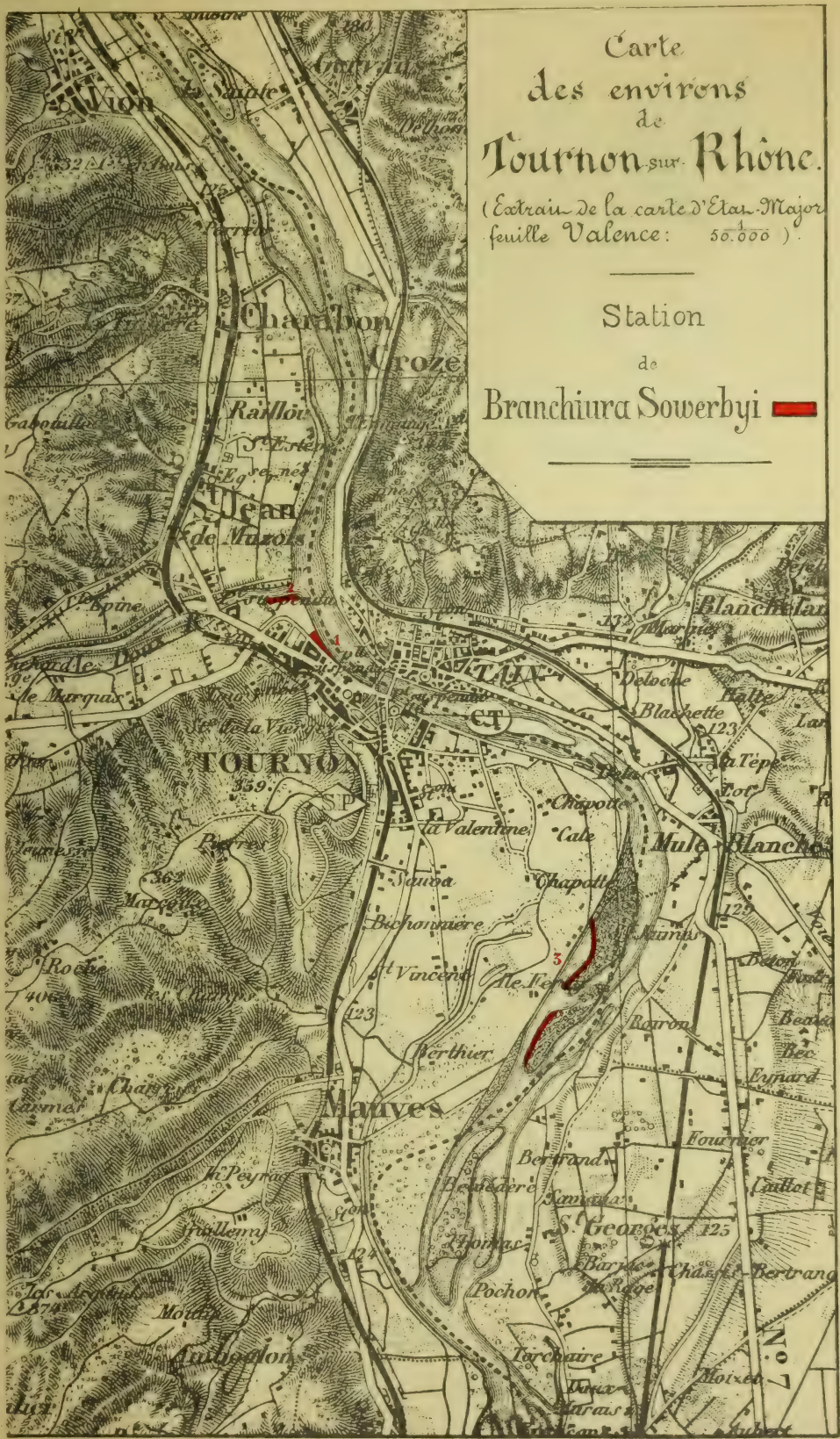
Si les renseignements que nous avons recueillis sont exacts, les *Victoria regia* existant au Jardin botanique lyonnais ont été semés et non transplantés.

Ce premier renseignement n'aurait cependant point entraîné la conviction que nous émettons plus haut, car il est un fait qui attire notre attention et qui peut nous permettre de penser que, sinon à une époque récente, mais antérieurement, il a pu y avoir des transplantations dans les bassins des *Victoria regia* de Lyon. Le fait en question est la présence constatée dans ces derniers, depuis 1901, de *Limnocodium Sowerbii*[1] (Ray Lank.), méduse d'eau douce dont la présence ne peut s'expliquer — du moins en l'état actuel de nos connaissances sur ce cœlentéré — que par des apports soit de plantes vivantes humides, soit de terres exotiques non desséchées.

Mais notre enquête nous apprend, par surplus, que le déver-

---

[1] Sur Limnocodium Sowerbii Ray Lankester, C. Vaney et Comte. *Zoologischer Anzeiger*, 1901, Bd. XXXIV.


Carte
des environs
de
Tournon-sur-Rhône.
(Extrait de la carte d'Etat-Major
feuille Valence: 1/50.000).
Station
de
Branchiura Sowerbyi
Vion
Charnon
Croze
Raillou
St Jean
de Muzols
TAIN
TOURNON
Mauves
St Georges
Antugnac
Mulo
Blanche
Blanchetaire
Chapotte
Cale
Chapotte
Bichonnière
St Vincent
Berthier
Rouron
Eynard
Fourrier
Bertrand
Pochon
Tarchaire
Moixet
Roche
Peyrac
Guillem
Moulin
Chaussée
Bertrand
Delocle
Blanchette
La Tèpe
La Valentine
Marquax
Marcelle
Bec
Guillot
10'
80'

soir des bassins des *Victoria regia* du Jardin botanique de Lyon ne peut communiquer avec le Rhône car il aboutit à un puits perdu et l'eau déversée se perdant dans le sol ne peut parvenir au fleuve qu'en traversant des couches considérables d'alluvions.

Ceci exclut toute possibilité de transport dans le cas où *Branchiura Sowerbii* aurait existé dans les bassins des *Victoria regia* du Jardin botanique de Lyon.

L'hypothèse d'une importation ne peut être, cependant, absolument écartée. Il est en effet possible qu'elle se soit réalisée soit par d'autres bassins du Jardin botanique lyonnais qui opère naturellement des échanges et reçoit des plantes étrangères, soit par des apports de plantes exotiques dans un des jardins particuliers situés sur les bords du Rhône et même de la Saône.

Ce qu'il faut, en tout cas, constater, si nous avons affaire à une espèce importée, c'est que — étant donné le développement considérable que cette espèce a pris dans les diverses stations rhodaniennes où nous venons de la signaler — *Branchiura Sowerbii* a trouvé dans le Rhône des conditions particulièrement favorables à sa multiplication.

On peut même se demander, si l'on observe que Beddard et Michaelsen semblent n'avoir rencontré, soit à Londres, soit à Hambourg, que quelques rares échantillons de l'espèce, alors que dans le Rhône elle pullule aux stations où nous l'avons trouvée, si les conditions vitales des bassins d'eau chaude des jardins botaniques ne constituent pas pour elle un milieu plutôt *artificiel*.

Quoi qu'il en soit et sans tenir compte de la provenance de l'espèce qui fait l'objet de la présente note, il est intéressant de constater qu'elle fait actuellement — et par ses stations diverses dans les environs de Tournon et par son intense multiplication dans ces dernières — partie intégrante de la faune du Rhône et nous avons la certitude que des recherches ultérieures, soit en amont, soit en aval des points où nous l'avons indiquée, nous permettront de la signaler à nouveau et d'étendre ainsi l'aire de dispersion connue de *Branchiura Sowerbii* dans la région rhodanienne.

NOTE SUR LA FAUNE DE L'ISÈRE

CONSIDÉRÉE

AU POINT DE VUE DE LA CAPACITÉ BIOGÉNIQUE DE CE COURS D'EAU AUX ENVIRONS DE GRENOBLE

Par Victor PIRAUD.

Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble,*
Tome XXI, n° 1, 1909

Dans plusieurs travaux publiés récemment le Professeur Léger a fait ressortir l'intérêt primordial que présentait, au point de vue du repeuplement, la connaissance de la valeur nutritive des cours d'eau.

Pour que les repeuplements soient effectués méthodiquement, et par cela même avec le plus de chances de succès, il est donc nécessaire non seulement d'apprécier les qualités (physiques et chimiques) des eaux, mais aussi de connaître la faune des rivières ou des torrents et surtout d'établir la valeur quantitative de cette faune au point de vue de la nourriture qu'elle peut offrir aux Poissons. Cette valeur nutritive doit, d'après le Professeur Léger, être l'objectif principal des études monographiques qu'il préconise pour chaque cours d'eau.

A défaut d'une monographie complète, longue et souvent difficile à établir pour les grandes rivières, l'étude d'une portion de cours d'eau apporte toujours d'intéressants documents pour la connaissance de sa valeur nutritive, et par conséquent utiles

a consulter pour les repeuplements. Tel est le but de cette succincte note sur la faune de l'Isère.

En dehors des Poissons qui habitent dans l'Isère et qui ont été déjà notés par Jullien (1811) [1], Charvet (1846) [2] et, plus récemment, par Léger (1904) [3], qui a mis au point certaines omissions et confusions des auteurs précédents, la faune de cette importante rivière n'a jamais été relevée à notre connaissance.

Or l'Isère, qui est une des rivières les plus considérables de France (la première à l'étiage après le Rhône), mérite encore d'être étudiée au point de vue de sa faune générale.

Dans cette note nous ne considérons qu'une portion de cette rivière, la traversée de Grenoble et les abords immédiats de cette ville, en amont et en aval, pour tâcher d'en tirer quelques conclusions au point de vue de sa capacité biogénique.

L'Isère, qui tire son origine des glaciers du massif du col Iseran, en Savoie, après avoir reçu de nombreux affluents descendus des Alpes Savoisiennes et Dauphinoises, roule, en traversant Grenoble, dans un lit de 112 mètres de large, de 64 mètres cubes (eaux les plus basses connues) à 1.000 mètres cubes d'eau par seconde.

Il est généralement admis que les cours d'eau qui traversent des roches facilement délitables et qui, de ce fait, charrient du sable ou du limon, ont une faune des plus pauvres, les matériaux déposés par ces rivières comblant les anfractuosités, enlisant les pierres qui forment les abris où se cachent généralement les larves d'insectes et animaux de petite taille qui composent la principale nourriture des poissons. L'Isère est une rivière typique au point de vue du charriage, ses eaux noirâtres contiennent en suspension des particules des roches délitables traversées par cette rivière et forment rapidement des dépôts sablonneux et argileux comblant les abris que le sol peut offrir ou colmatant les pierres immergées.

---

[1] *Annuaire du département de l'Isère*, 1811.

[2] Charvet, *Statistique générale du Département de l'Isère* (1846).

[3] Léger, *Poissons et Pisciculture dans le Grésivaudan* (1904).

L'examen du dépôt laissé sur les berges par l'Isère montre qu'il est constitué par une argile noirâtre mêlée d'une assez forte proportion de sable quartzeux et micacé. L'argile noirâtre, qui forme le colmatage observé sur toutes les pierres et dans toutes les anfractuosités, provient de l'altération des schistes noirs du terrain liasique des synclinaux de la zone cristalline delphino-savoisienne; cette zone est traversée par l'Isère et l'Arc, son principal affluent, en amont d'Albertville et de Chamousset et longée par l'Isère d'Albertville à Grenoble[1].

Nos recherches ont été effectuées sur les points suivants : rive gauche, du Fumier au Pont de l'Ile-Verte, du Pont de la Citadelle aux abords du Pont de l'Esplanade, des Abattoirs au pont du P.-L.-M.; rive droite, aux abords de l'Ile-d'Amour, du Pont de la Citadelle à l'Esplanade, de Pique-Pierre à l'embouchure du Drac.

Pour être aussi complet que possible nous citerons tout d'abord, pour mémoire, les Poissons pêchés dans l'Isère et nous indiquerons ensuite les éléments de la faune que nous avons rencontrés dans les points indiqués.

D'après les auteurs cités plus haut on pêche dans l'Isère les Poissons suivants :

Le Vairon ou Cuzeau (*Phoxinus lævis,* Agass.), CC[2].
La Dormille (*Cobitis barbatula,* L.), C.
Le Chabot ou Chavasseau (*Cottus gobio,* L.), C.
La Suiffe bouchesse (*Squalius agassizii,* Heck.), C.
La Suiffe lombarde ou vandoise (*Squalius leuciscus,* L.), AR.
Le Meunier (*Squalius cephalus,* L.), AR.
La Truite (*Salmo fario,* L.), C.

---

[1] Nous devons ces renseignements à l'obligeance de M. Jacob, préparateur de géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble, à qui nous sommes heureux d'adresser nos plus vifs remerciements.

[2] CC, très commun; AC, assez commun; C, commun; AR, assez rare; R, rare.

Le Brochet (*Esox lucius,* L.), C.
Le Barbeau (*Barbus fluviatilis,* Agass.), C.
La Lotte (*Lota vulgaris,* Cuv.), AC.
L'Anguille (*Anguilla vulgaris,* Flem.), AR.
L'Apron (*Aspro asper,* L.), AC.
La Carpe (*Cyprinus carpio,* L.), AC.
La Perche (*Perca fluviatilis,* L.), AR.
Le Goujon (*Gobio fluviatilis,* Cuv.), R.
L'Ombre commun (*Thymallus vulgaris,* Nils.), AR.

Nous ne citons pas dans cette liste l'Ablette, la Brème, le Hotu et la Lamproie de mer qui ne sont pêchés que très rarement et seulement en aval de Grenoble.

A côté de la Crevette *Gammarus,* extrêmement abondante dans tous les points où se sont effectuées nos recherches, on trouve, sous les pierres ou dans les anfractuosités respectées par l'argile charriée, de nombreuses larves et nymphes des insectes suivants : *Nemoura* (AC), *Ecdyurus* (AC), *Centroptilum* (C), *Bœtis* (C), *Plectrocnemia* (C), *Hydropsyche* (C), *Rhyacophyla* (C), *Perla* (C).

Sur les rives où l'eau est courante de nombreux Mollusques : *Néritines* (C), *Ancyles* (AC), sont accolés à la partie immergée des pierres ainsi que les Phryganides suivants : *Stenophylax* (C), *Micropterna* (C), *Odontocerum* (C), *Drusus* (AC), *Limnophilus* (AC); les *Limnées* (AC), Mollusques par places, abondants, recherchent les points où le courant est moins violent et même où l'eau stagne.

Près du bord, quelques larves de *Tipulides* (R) se rencontrent sous les pierres ensablées et dans certains remous, à côté de nombreuses colonies de *Tubifex;* dans le sable quelques Oligochètes, probablement *Helodrilus* (AR).

Les *Nephelis* (AC) et les *Clepsines* (AC) (Hirudinées) abondent sous les pierres ainsi que les *Planaires noires* (AC) et *Planaires blanches* (AC).

Certains Poissons de petite taille, que nous avons cités plus haut, la Dormille *Cobitis barbatula* (C) et le Vairon *Phoxinus lævis* (CC), forment un élément important de la nourriture des Poissons carnassiers, nous devons donc noter ici qu'ils sont assez communs dans l'Isère, principalement aux embouchures des divers ruisseaux tributaires.

Nous donnons ci-dessous un tableau résumant cet aperçu sur la faune nutritive de l'Isère.

Vers.

Oligochètes : *Helodrilus* (AR), *Tubifex* (AC).
Hirudinées : *Nephelis* (AC), *Clepsine* (AC).
Turbellariés : *Planaires noires* (AC), *Planaires blanches* (AC).

Mollusques.

Gastropodes : *Néritines* (C), *Ancyles* (AC), *Limnées* (AC).

Crustacés : *Gammarus* (CC).

Insectes.

Névroptères. — Phryganéides : *Stenophylax* (C), *Micropterna* (C), *Odontocerum* (C), *Drusus* (AC), *Limnophilus* (AC).
— Ephémérides : *Nemoura* (AC), *Ecdyurus* (AC), *Centroptilum* (C), *Bœtis* (C), *Plectrocnemia* (C), *Hydropsyche* (C), *Rhyacophyla* (C).
— Perlides : *Perla* (C).
Diptères : *Tipulides* (R).

Poissons (comme élément nutritif) : Vairon, *Phoxinus lævis* (CC), Dormille, *Cobitis barbatula* (C).

Les éléments de cette faune ne sont pas uniformément répartis sur les rives de l'Isère, c'est ainsi que les larves de *Plectrocnemia* et de *Rhyacophyla,* très abondantes sous les pierres aux abords des Abattoirs, ne se rencontrent que rarement en amont

de Grenoble (rive gauche), les *Néritines* semblent se cantonner aux environs des Abattoirs, et, sur la rive droite, dans la traversée de Grenoble, par contre les *Gammarus* et les larves d'*Ecdyurus* et de *Nemoura* se trouvent partout.

Les déversements industriels que reçoit l'Isère dans cette partie de son cours sont probablement le principal facteur de ces localisations. A l'Ile-Verte (rive gauche) les déversements d'une teinturerie de gants suppriment toute vie sur un parcours très appréciable, il doit en être de même pour une teinturerie située sur la rive droite (quai Yermoloff — La Tronche), mais les bords à pic et le courant extrêmement violent de l'Isère en ce point ne nous ont pas permis de le constater. Près du pont du chemin de fer (rive gauche), les « lessives » de l'usine du Fibrocol paraissent faire de grands ravages dans toute cette faune sédentaire et de petite taille; quant aux détritus provenant des Abattoirs ils attirent manifestement, dans les parages où ils sont déversés, les Mollusques, Crustacés et Insectes notés plus haut. L'Isère reçoit également de nombreux égouts : sur la rive droite, quai Yermoloff (La Tronche), quai Xavier-Jouvin et de la Perrière (Grenoble); sur la rive gauche, le Verderet[1] et le Canal du Moulin de Canel, mais ces déversements ne semblent pas avoir d'effet nocif sur la faune.

Pour étudier la capacité biogénique de l'Isère, en suivant le programme tracé par le Professeur Léger[2], il faudrait aussi considérer un autre élément de la faune nutritive des Poissons : le Plankton de charriage, et pour cela tenir compte de la flore qui borde la rivière et de l'orientation de la vallée par rapport aux vents dominants. Sans aborder ces questions, au sujet desquelles nous ne possédons pas encore de documents précis, il nous faut constater en passant que les nombreux saules, aulnes et peupliers qui bordent l'Isère le long de la vallée du Grésivau-

---

[1] Le Verderet et le Canal du Moulin de Canel servent d'égouts, dans leur traversée de Grenoble, à plusieurs quartiers.

La valeur nutritive des torrents des Alpes et les conséquences qui en découlent (*Ann. de l'Univ. de Grenoble*, t. XVII, n° 1, 1er trim. 1905).

dan dans toute son étendue, et en aval de Grenoble les arbres des îles de Saint-Robert doivent, les jours de grand vent, déverser dans le lit de cette rivière un certain nombre d'insectes que leurs essences attirent.

Les recherches faites se sont bornées aux rivages accessibles, mais il nous faut faire observer que l'Isère est large et assez profonde, que son débit, considérable aux époques de grandes crues, et son courant rapide doivent avoir pour résultat d'entraîner certains éléments de la faune des torrents alpins qui s'y jettent.

Quelque incomplet que soit ce court aperçu faunistique, on peut cependant en tirer cette conclusion : que l'Isère, malgré un charriage incessant d'argile, n'est pas aussi pauvre qu'on pourrait le supposer de prime abord, en considérant l'aspect noirâtre et vaseux de ses eaux. Toutefois sa faune, spécifiquement assez riche et variée aux abords de Grenoble, n'est pas en rapport avec l'importance du cours d'eau qui l'abrite; et si nous avions à donner à l'Isère une cote dans l'échelle biogénique de Léger (échelle de 0 à 10), nous estimons que le chiffre 3 représenterait largement sa valeur nutritive.

Nous pensons qu'il serait inutile et même dangereux de déverser des alevins dans l'Isère dans la région que nous avons étudiée, car, en admettant qu'ils y trouvent une nourriture suffisante, le manque d'abris, une eau trop limoneuse, un courant trop rapide et la présence de nombreux ennemis sont pour ces êtres fragiles de trop sérieux obstacles à leur développement.

Le réempoissonnement des ruisseaux alpins tributaires de l'Isère est certainement le moyen le plus rationnel pour aboutir au repeuplement de cette rivière elle-même; dans ces ruisseaux les jeunes alevins trouvent, en effet, des conditions de milieu et de protection qui leur sont favorables; plus tard, quand ils ont acquis un certain développement, qu'ils soient entraînés par les grandes crues ou qu'ils se dirigent eux-mêmes vers cette rivière, ils seront alors capables de surmonter ces obstacles et viendront ainsi assurer son repeuplement.

PROTOZOAIRES PARASITES DE L'INTESTIN DU HOMARD[1]

Par L. LÉGER et O. DUBOSCQ.

Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble*,
Tome XXI, n° 1, 1909.

On ne connaissait jusqu'à ces derniers temps, comme Protozoaire parasite de l'intestin du Homard, que la Grégarine classique *Porospora gigantea* E. van Beneden. Or, le Homard peut héberger encore d'autres Protozoaires moins communs, que nous signalerons aujourd'hui en relatant les principaux résultats de nos observations sur Porospora :

1° **Anoplophrya minima** *n. sp.* — Ce petit Cilié astome, très rare, habite l'intestin postérieur et le rectum de *Homarus gammarus* L. L'*Anoplophrya minima* n. sp., ainsi que nous l'appelons, est un infusoire ovoïde ou légèrement réniforme, avec le pôle antérieur arrondi et plus renflé que le pôle postérieur obtusément acuminé. Il mesure en moyenne 25 μ μ × 10 ; mais la longueur peut varier de 15 à 30 μ. Les stries longitudinales d'insertion ciliaire sont au nombre de 4 à 6 sur chaque face. Le macronucleus sphérique ou ovoïde de 9 μ est situé un peu en arrière du milieu du corps. Le micronucleus est masqué par

[1] Note présentée à l'Académie des Sciences de Paris le 25 janvier 1909.

de nombreux corpuscules sphériques que nous rapportons a une Chytridinée parasite. La division de l'individu mère donne deux individus égaux. La conjugaison paraît se faire toujours entre individus semblables.

2° **Aggregata Vagans** *Lég. et Dub.* — Dans l'épaisse paroi conjonctivo-musculaire de l'intestin moyen des Homards de l'Océan et de la Méditerranée se développe fréquemment une *Aggregata* si voisine par la taille de ses kystes cœlomiques et le caractère de ses gymnospores de notre *Aggregata vagans* des Pagures que nous la rapportons provisoirement à cette espèce.

3° **Porospora gigantea** *E. van Bened.* — Dans la partie antérieure de l'intestin moyen, on rencontre, chez certains Homards, des corpuscules falciformes, libres, mobiles, ayant l'aspect de sporozoïtes grégariniens en voie de croissance. Leur noyau, d'abord subpostérieur, devient médian dans les plus grands. Leur taille varie de 18 à 24 μ. On pourrait penser rattacher ces sporozoïtes à l'Aggregata précédente, mais leur séjour et leur croissance dans la lumière intestinale, leurs mouvements actifs nous portent plutôt à les considérer comme les stades jeunes de *Porospora gigantea.*

Nous avons toutefois une lacune entre ces stades falciformes et des stades plus grands mesurant 30 μ qui représentent sûrement des stades jeunes de Porospora. Ceux-ci, qui ont déjà une zone protoméritique distincte, deviennent les longs sporadins vermiformes de Porospora, bien connus depuis les recherches de E. van Beneden. Nous croyons qu'ils restent toujours solitaires. Ils se comportent, en effet, comme des schizontes.

Les différentes phases de l'évolution schizogonique de Porospora sont les suivantes : les longues Grégarines adultes gagnent peu à peu le rectum où elles se fixent par leur disque protoméritique et s'enkystent. Une sécrétion particulière, distincte de la paroi kystique, se moule dans les replis cuticulaires et fait adhérer solidement le kyste à la paroi rectale. En certains cas,

deux Grégarines se fixent et s'enkystent côte à côte, donnant des kystes doubles qui n'ont nullement la signification d'un accouplement sexuel, chaque individu évoluant en schizonte comme dans un kyste solitaire. A cet effet, du premier noyau, après élimination des gros nucléoles, provient de bonne heure une chaînette de noyaux très petits d'emblée et se multipliant par mitoses. Puis ces noyaux s'éparpillent et se disposent progressivement en un réseau régulier dont les mailles à deux rangs de noyaux correspondront chacune à une spore définitive, c'est-à-dire à une gymnospore à nombreux sporozoïtes radiés. *Porospora gigantea* est donc une schizogrégarine dont la schizogonie se termine dans les kystes rectaux du Homard et dont la sporogonie reste à découvrir.

Les sporadins que l'un de nous (Léger, thèse 1892) a rencontrés accouplés dans les Homards de Belle-Isle représentent-ils le début de cette sporogonie ou bien appartiennent-ils à une Eugrégarine nouvelle du type *Frenzelina*, c'est ce que nous ne pouvons encore décider.

4° Selenococcidium intermedium *n. g. n. sp.* — Enfin, il existe encore dans les Homards un nouveau Sporozoaire du groupe Coccidies-Grégarines, que nous désignerons sous le nom de *Selenococcidium intermedium*. Il se présente d'abord sous la forme de vermicules libres réfringents, uninucléés, ayant l'aspect et la mobilité d'un petit nématode et mesurant 100 μ de long. Les vermicules pénètrent dans l'épithélium de la région postérieure de l'intestin moyen et grossissent en multipliant leurs noyaux. Au stade de huit noyaux disposés en file, le vermicule se met en boule et devient un schizonte qui se découpe en huit longs schizozoïtes vermiformes, d'abord imbriqués les uns dans les autres comme une pelote de vers. Puis ces schizozoïtes se séparent pour quitter l'épithélium et gagner la lumière intestinale.

A la schizogonie qui doit se répéter, car on trouve des schizozoïtes multinucléés, fait suite un processus sexué. Certains

schizozoïtes pénètrent à nouveau dans l'épithélium où ils grandissent en prenant de bonne heure une forme ovoïde et sans multiplier leur noyau. Quand la croissance est terminée, le noyau unique se divise rapidement en un grand nombre de petits noyaux qui gagnent la périphérie, surmontés chacun d'une pointe centrosomienne. En regard de chaque noyau, le protoplasma s'étire dans la direction de cette pointe pour former un microgamète fusiforme. Et ainsi le microgamétocyte donne naissance à une gerbe de très nombreux microgamètes.

Les macrogamètes se forment aux dépens d'individus qui gardent l'état vermiculaire uninucléé jusqu'à la fin de leur croissance. Ils s'enroulent alors en crosse et, peu à peu, se condensent en boule pour donner un macrogamète ovoïde, puis sphérique à cytoplasme chargé de petites sphérules de réserve et de grains chromatoïdes. A ce stade le macrogamète est dépourvu de paroi. Il en acquiert une aussitôt après la fécondation que nous n'avons encore pu suivre en détail. L'ookyste sphérique s'entoure d'une paroi très résistante et mesure en moyenne 32 μ. Après un court séjour dans l'épithélium, il tombe dans la lumière intestinale où il est entraîné avec les excréments. Mis en observation dans l'eau de mer, les ookystes ne présentent aucune modification, même au bout de plusieurs semaines. Conservés plus longtemps, ils finissent par dégénérer.

Dans l'ignorance où nous sommes de la destinée du contenu de l'ookyste, nous ne pouvons dire s'il s'agit d'un parasite autonome ou seulement d'une partie du cycle d'un autre être. A première vue, il serait séduisant de rattacher le Selenococcidium au cycle de la Porospora dont nous ignorons précisément la sporogonie. Cette hypothèse a pour elle la ressemblance des schizozoïtes du Selenococcidium avec de jeunes stades vermiformes de Porospora. Nous restons cependant persuadés que Selenococcidium et Porospora sont deux êtres distincts. Selenococcidium est un parasite localisé qui paraît absent dans les régions où les Homards sont le plus infestés par Porospora. En outre, il a déjà dans son évolution un cycle schizogonique

indiscutable, d'un type nouveau et bien différent de celui de Porospora. Remarquons en terminant le haut intérêt que présente le Selenococcidium. Ses stades végétatifs sont ceux d'une Schizogrégarine (*Selenidium Siedleckia*) et son processus sexué celui d'une Coccidie.

SUR LE MINIMUM D'EAU NÉCESSAIRE POUR UN PETIT ÉLEVAGE DE SALMONIDES A UNE TEMPÉRATURE CONSTANTE DE 12°

Par M. Edmond HESSE.

Beaucoup d'observateurs ont relaté les résultats remarquables que l'on peut obtenir dans l'élevage intensif de certains Salmonides en petite culture et montré l'importance économique de cet élevage. De nombreux renseignements relatifs à cette culture sont donnés dans les Traités classiques ou dans les Revues de pisciculture. On trouve partout des données très complètes sur l'alimentation, le choix de la nourriture, la quantité, la qualité et le prix de cette nourriture, ainsi que sur les rendements obtenus. Tous les auteurs sont d'accord sur les qualités de l'eau à utiliser, tous reconnaissent qu'une eau fraîche et bien aérée est indispensable ; mais on manque de renseignements précis sur le minimum de renouvellement nécessaire. Jaffé [1] déclare qu'il faut au moins 1/2 mètre cube par minute et Raveret-Watel [2] se contente de 70 litres pour le même laps de temps. Il est

[1] Jaffé, Die Futtermittel in der Teichwirthschaft in *Allgemeine Fischerei-Zeitung*, XXIV, Jahrg, n° 15, p. 264, 1er août 1899. Traduction française dans *Bulletin de la Société d'aquiculture et de pêche*, v. XI, 1899, p. 349.

[2] Raveret-Wattel, La Pisciculture, I, *Traité pratique de l'Élevage industriel du poisson*, 1904, p. 231.

vrai que les données de ces deux auteurs sont difficilement comparables ; Jaffé n'indique ni les dimensions du vivier, ni le nombre de Truites vivant dans ce vivier ; plus précis, Raveret-Watel déclare que 70 litres à la minute sont suffisants pour 100 kilos de Truites, mais il ne mentionne pas non plus les dimensions du bassin. Juillerat[1] a fait vivre et prospérer 120 Saumons de fontaine dans un aquarium de 6 mètres sur 2 m. 50 et 2 mètres de profondeur, recevant 300 litres d'eau à la minute, dont 150 y arrivant directement et 150 après avoir traversé déjà d'autres bassins. Enfin Léger[2] a obtenu une croissance rapide de 100 Ombles-chevaliers dans un bac de 400 litres recevant seulement 2 litres à la minute, c'est-à-dire, toutes proportions gardées, moitié moins que l'aquarium à Saumons de fontaine de Juillerat. Nous voilà bien loin du 1/2 mètre cube demandé par Jaffé. Et c'est un fait important que ce très faible renouvellement permettant cependant la culture des Salmonides en espace limité. Dans nos montagnes, en effet, beaucoup de cultivateurs ou petits propriétaires possèdent des pièces d'eau de faible étendue où l'eau, assez froide, se renouvelle cependant peu. Il est d'un grand intérêt pour eux de savoir si la faible quantité d'eau dont ils disposent peut leur permettre de cultiver avec succès les Salmonides, culture plus rémunératrice que celle des Cyprinides et d'ailleurs seule possible le plus souvent, car la température de l'eau est trop basse pour permettre à la Carpe et à la Tanche de prospérer.

Une circonstance fortuite nous ayant permis de constater que le débit de 2 litres indiqué par Léger est un débit minimum pour un bassin contenant 400 litres d'eau, nous nous empressons de relater le fait en donnant les détails de l'expérience et en en tirant les conclusions pratiques dont l'importance est considérable à notre avis.

Nous élevons les Salmonides, au Laboratoire de pisciculture, dans des aquariums ayant 1 m. 80 de long sur 45 centimètres de large et 50 centimètres de profondeur, soit un volume de 405 litres. Ces aquariums sont alimentés par l'eau de la ville de Grenoble provenant

---

[1] E. Juillerat, L'élevage du « Saumon de fontaine » (Salmo fontinalis), *Bulletin de la Société centrale d'aquiculture et de pêche*, t. XV, 1903, p. 342 et suiv.

[2] Louis Léger, Sur la culture intensive de l'Omble-chevalier en espace limité, *Bulletin de la Société centrale d'aquiculture et de pêche*, t. XVI, 1904, p. 237.

des sources de Rochefort, dont la température, assez constante, oscille entre 11 et 13° et dont la composition chimique est donnée dans le tableau suivant :

Les résultats de l'analyse sont exprimés en milligrammes par litre.

Extrait sec à 110°	256 mmgr.
Carbonate de chaux	180 —
Sulfate de chaux (anhydre)	52 —
Chlorure de sodium	4 —
Silice	1 —
Substances organiques	traces.

Degré hydrotimétrique : 17°,3.

L'ouverture du robinet d'amenée est réglée pour un débit moyen de 2 litres à la minute. La sortie de l'eau se fait par un trop-plein qui permet aussi de régler la profondeur à 50 centimètres environ.

Dans un de ces bacs, nous avions 120 sujets de 2 ans : 60 Saumons de fontaine nés au début de février 1906 et 60 Truites arc-en-ciel nées fin avril 1906. Par suite d'une obstruction de l'orifice d'arrivée, le débit de l'eau s'est trouvé réduit pendant la nuit du 28 janvier 1908 (c'est-à-dire durant 15 à 16 heures au maximum) de 2 litres à 80 centilitres. Le lendemain, 27 sujets avaient succombé, asphyxiés par manque d'oxygène. Les morts comprenaient 24 Arc-en-ciel de belle apparence, de longueur et de taille variées, et seulement 3 Saumons de fontaine, petits, malingres, et manifestement en état d'infériorité avant l'accident.

On s'empressa de donner aux Truites survivantes une eau suffisamment aérée en ramenant le débit à son taux primitif ; bien qu'elles parussent avoir souffert, toutes reprirent promptement leur vivacité et il n'y eut pas d'autres victimes.

Ainsi, à une température constante de 12°, le renouvellement de 2 litres à la minute pour un bassin de 400 litres est suffisant pour une centaine de Truites de 2 ans, mais il est imprudent de descendre au-dessous de cette limite. En outre, résultat assez inattendu, les Saumons de fontaine avaient résisté à l'asphyxie beaucoup mieux que les Arc-en-ciel, puisque dans notre expérience, seuls quelques individus chétifs étaient morts ; aucun des sujets bien développés et bien portants ne se trouvait parmi les victimes.

Les Truites mortes furent pesées et mesurées. Le poids moyen des Arc-en-ciel était de 80 grammes, leur longueur moyenne (mesurée d'une extrémité à l'autre), 18 centimètres. La plus grosse pesait 210 grammes, la plus petite 34 grammes seulement. Le poids moyen des Saumons de fontaine n'était que de 32 grammes, la longueur moyenne étant 14 centimètres.

Deux mois après cet accident, nous avons pesé et mesuré les survivants ; le résultat de cette opération est indiqué dans le tableau suivant :

Arc-en-ciel.....	Poids moyen.....	120 gr.
	Longueur moyenne.	22 cm.
Saumons de fontaine.....	Poids moyen.....	90 gr.
	Longueur moyenne.	20 cm.

En deux mois, le poids des Arc-en-ciel a donc augmenté de 40 grammes, soit 20 grammes par mois; en ce qui concerne les Saumons de fontaine, cette augmentation serait de 58 grammes, mais ce chiffre est certainement trop élevé, car nous avons dit déjà que les victimes de la catastrophe de janvier étaient maigres et chétives, leur poids ne représentait donc pas le poids moyen réel des Saumons et lui était même sensiblement inférieur.

Ces données de rendement sont intéressantes à comparer à celles des auteurs.

Dans son *Traité de pisciculture*, t. I, p. 222, Raveret-Wattel donne le chiffre de 80 grammes comme poids moyen des Truites communes de 18 mois à 2 ans, leur longueur atteignant 18 à 22 centimètres ; d'autre part, il déclare (p. 189 et suivantes) que les Truites bien soignées arrivent à peser 110 à 125 grammes à 18 mois ; il s'agit évidemment là d'une sélection ; ce chiffre de 100 à 125 grammes est aussi celui qu'il indique [1] comme poids moyen des Saumons de fontaine de 18 mois dont la longueur serait de 20 à 22 centimètres.

---

[1] Raveret-Wattel, Le Salmo fontinalis au point de vue de son élevage industriel, *Bulletin de la Société centrale d'Agriculture et de pêche*, t. XV, p. 372, 1903 et La Pisciculture, I, *Traité pratique de l'élevage industriel du poisson*, 1904, p. 26.

Quant aux Arc-en-ciel de même âge, leur poids moyen serait de 150 à 180 grammes[1].

On voit que nos Arc-en-ciel ont assez prospéré puisque malgré la température relativement basse de l'eau, elles atteignent presque la moyenne ; quant aux Saumons de fontaine, ils sont au-dessous de cette moyenne, ils avaient donc un peu souffert soit du manque d'espace, soit du peu d'oxygénation ; ce fait ressort encore davantage si on se reporte aux expériences de Juillerat[2] qui a obtenu dans les grands aquariums du Trocadéro une croissance extraordinaire pour ce Salmonide (80 à 90 grammes en 15 mois ; 420 à 430 grammes en 23 mois).

Les expériences de Léger sur la culture intensive de l'Omble-chevalier en espace limité[3] nous apprennent aussi que le développement de cette espèce est plus rapide que celui des autres Salmonides (100 grammes en 17 mois), à condition toutefois qu'elle ne soit pas mélangée à d'autres espèces et qu'on ne poursuive pas la culture au delà de la deuxième année.

De ces diverses considérations, nous pouvons tirer les conclusions suivantes d'une grande importance pratique pour la petite culture en espace limité :

1° Un renouvellement d'eau de 2 litres à la minute est nécessaire et, à la rigueur, suffisant pour élever et faire prospérer une centaine de Truites de 1 an à 2 ans et plus dans un aquarium de 400 litres d'eau à une température constante de 12°, présentant une surface libre d'environ 1 mètre carré ; mais c'est là une quantité *minimum* au-dessous de laquelle les accidents sont imminents ;

2° Les Saumons de fontaine dans une eau à cette température résistent mieux à l'asphyxie que les Truites arc-en-ciel ;

---

[1] Raveret-Wattel, La Pisciculture, I, *Traité pratique de l'élevage industriel du poisson*, 1904, p. 15.

[2] E. Juillerat, L'élevage du « Saumon de fontaine » (Salmo fontinalis), *Bulletin de la Société centrale d'Aquiculture et de pêche*, t. XV, p. 342, 1903.

[3] L. Léger, Sur la culture intensive de l'Omble-chevalier en espace limité, *Bulletin de la Société centrale d'aquiculture et de pêche*, t. XVI, p. 237, 1904.

3° Dans ces conditions : espace limité et faible renouvellement, ce sont les Ombles-chevaliers qui donnent le meilleur rendement *jusqu'au début de la deuxième année* et *s'ils ne sont pas mélangés à d'autres espèces ;* puis viennent les Arc-en-ciel et enfin les Saumons de fontaine. La croissance de la Truite indigène semble bien inférieure à celle des espèces précédentes.

On voit par ces observations qu'il suffit, en somme, d'une bien faible quantité d'eau fraîche pour tenter le petit élevage des Salmonides, aussi devra-t-on encourager à le pratiquer tous ceux qui peuvent disposer d'un petit débit d'eau froide, fût-il à peine supérieur à 2 litres à la minute. La réussite sera certaine si l'on ne se tient pas *au-dessous* des données minima ci-dessus relatées et qu'un événement fortuit nous a mis à même de déterminer d'une façon précise.

597
G86t
1910

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire

Année 1910

—

Fascicule I

THE LIBRARY OF THE
APR 1 1 1926
UNIVERSITY OF ILLINOIS

GRENOBLE
TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES
26, Cours de Saint-André, 26

1910

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

THE LIBRARY OF THE
APR 1 7 1926
UNIVERSITY OF ILLINOIS

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire

Année 1910

—

Fascicule I

GRENOBLE

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES
26, Cours de Saint-André, 26

—

1910

577
E8C7
1910

AVIS

La présente publication a uniquement pour but de réunir l'ensemble des travaux d'Hydrobiologie pure ou appliquée effectués au Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble.

Le texte original de ces mémoires étant publié, selon leur importance, dans des revues ou journaux scientifiques divers, le lecteur ne s'étonnera pas si, parfois, certains articles de cet opuscule présentent une pagination particulière, indépendante de celle du précédent ou du suivant, cette pagination étant celle de l'organe où l'article original a paru, et dont l'indication est donnée au bas de la première page. Cet inconvénient est, du reste, minime, puisque chaque article quelque peu important a sa table des matières en première page et que, d'autre part, nous donnons le sommaire général en tête de chaque fascicule.

En réunissant ainsi les divers travaux de notre Laboratoire, notre but n'est pas de fonder un nouveau périodique piscicole mais simplement de faciliter aux intéressés les recherches bibliographiques en leur présentant, groupés en un ou deux fascicules annuels, ceux de nos travaux qui se rattachent à l'Hydrobiologie pure ou appliquée à la Pisciculture et que, faute de ressources, nous sommes dans la nécessité de disséminer dans des publications diverses.

SOMMAIRE DU FASCICULE I

L. Léger et O. Duboscq.— Sur la signification des « Rhabdospora » prétendus sporozoaires parasites des poissons.

Louis Léger. — Sur la présence du Barbeau méridional dans les Alpes du Dauphiné.

Louis Léger. — Principes de la méthode rationnelle du peuplement des cours d'eau à Salmonides.

Louis Léger. — Dossiers piscicoles des cours d'eau alpins. — Monographie et Carte hydrobiologiques piscicoles du Furon et du Ruisset.

SUR LA SIGNIFICATION DES " RHABDOSPORA " PRÉTENDUS SPOROZOAIRES PARASITES DES POISSONS[1]

Par MM. L. LÉGER et O. DUBOSCQ.

Les divers Traités sur les Sporozoaires signalent le *Rhabdospora Thelohani* Laguesse comme une Coccidie extrêmement commune dans les poissons de mer et d'eau douce. D'après Labbé (Sporozoa Tierreich), le parasite se présente sous la forme d'un petit kyste ovoïde intracellulaire renfermant à côté d'un reliquat polaire un faisceau de petits sporozoïtes filiformes, renflés et colorés à une extrémité. On ne sait, du reste, rien de plus sur la formation et le sort de ces singuliers éléments, répandus dans les organes les plus variés des Poissons (intestin, foie, pancréas, rein, rate, tissu conjonctif de l'ovaire, branchies).

Pensant qu'il pouvait s'agir d'un Sporozoaire hétéroïque, nous avons entrepris l'étude de ces organismes. L'observation et la comparaison des formes qu'ils présentent dans divers Poissons nous ont convaincus qu'il ne s'agit pas là d'un parasite, mais bien d'un élément histologique normal, cellule glandulaire à sécrétion figurée en forme de rhabdites.

Tout d'abord, faisons remarquer que le prétendu reliquat

[1] Note présentée à l'Académie des Sciences de Paris le 7 juin 1909.

kystique qui accompagne toujours les bâtonnets est, en réalité, un noyau normal, et qu'il faut tenir pour inexacte la figure donnée par Labbé, qui représente dans une cellule épithéliale un kyste rempli de germes et dépourvu de noyau.

L'épithélium intestinal de la Rascasse (*Scorpœna porcus* L.) nous fournit un excellent matériel pour l'étude de ces éléments.

On les rencontre là très nombreux et épars comme les cellules muqueuses, parmi les cellules épithéliales ordinaires. Ce sont d'abord des éléments ovoïdes mesurant 15 μ à 16 μ dans leur plus grand diamètre. Leur paroi très nette, épaisse et rigide, est percée d'une petite ouverture en entonnoir du côté de la lumière intestinale. Au pôle opposé, un noyau ovoïde, souvent un peu déprimé, occupe le fond de la cellule. Dans ce noyau, pourvu d'un petit nucléole, la chromatine est répartie en grains réguliers sur un réseau et la paroi est légèrement chromatique. Il n'est pas possible de mettre en doute la valeur nucléaire de cet élément que Labbé interprète comme un reliquat. Le reste de la cellule montre, dans un suc hyalin coagulable, les corpuscules qui ont été regardés à tort comme des sporozoïtes. Ils sont ovoïdes ou fusiformes et se prolongent en un grêle filament jusqu'à l'orifice. Dans ces préparations très bien différenciées par la méthode de Prenant (fer, éosine, lichtgrün), on ne voit pas d'élément sidérophile dans les corpuscules, mais on distingue la partie filamenteuse colorée en rouge de la partie renflée qui se colore en vert comme le mucus. On obtient une différenciation analogue par la méthode de Mann.

Chez le Vairon (*Leuciscus phoxinus* L.), les cellules à rhabdites ont le même aspect que chez la Rascasse, mais elles sont moins grandes (11 μ) et moins nombreuses. Elles ne sont guère différentes chez les *Dentex* et les *Crenilabrus,* tandis que chez *Ammodytes tobianus,* les rhabdites ne paraissent pas montrer de renflements et sont des bâtonnets effilés.

Les cellules à rhabdites terminent leur évolution à la façon d'une cellule muqueuse, comme on le voit bien dans la Rascasse. En vieillissant, elles s'étirent en un long goulot cylin-

drique qui s'ouvre largement à la surface de l'épithélium et par lequel peut sortir la sécrétion figurée.

Leur noyau atteint de chromatolyse se condense en une masse acidophile au centre, basophile à la périphérie et souvent, à la période ultime, il s'étire et s'étrangle. Parfois aussi il s'étrangle et même subit une division amitotique avant de dégénérer.

Malgré leurs affinités avec les cellules muqueuses, les cellules à rhabdites en sont essentiellement distinctes. Et après ce que nous venons de dire, il est superflu de discuter leur nature parasitaire. Du reste, un exposé rapide de la bibliographie de la question montrera que tous les auteurs ne les ont pas prises pour des parasites.

Thélohan (1892) vit le premier, dans les divers tissus de Poissons d'eau douce (Perche, Epinoche, Vairon, Tanche, Ablette, Carpe), des éléments ovoïdes à enveloppe épaisse possédant un noyau à un pôle et un faisceau de bâtonnets dans le reste de la cellule.

Il n'hésita guère sur leur nature et les classa dans les Coccidies à côté des *Eimeria*.

Laguesse, qui les avait rencontrés simultanément dans le Crénilabre, adopta l'opinion de Thélohan, auquel il avait communiqué ses observations et, en 1895, après avoir pris l'avis de Henneguy, il proposa le nom de *Rhabdospora Thelohani* pour ces prétendues Coccidies. Labbé (1896), les retrouvant dans plusieurs Poissons de mer, vient encore appuyer l'interprétation de Thélohan en regardant le noyau de ces éléments comme un reliquat hystique. Depuis lors, les divers Traités sur les Sporozoaires placent le genre *Rhabdospora* dans les Coccidies.

En 1906, Marianne Plehn, sans penser aux *Rhabdospora,* décrit manifestement les mêmes formations dans les tissus de nombreux Poissons d'eau douce et les désigne sous le nom de « Stabchendrüsenzellen ». Elle ne s'est pas arrêtée à l'idée de cellule parasitaire et, bien qu'elle n'ait pu établir toute leur évolution, elle ne doute pas que ces cellules soient des éléments normaux des tissus.

Nos observations nous permettent donc d'affirmer que l'interprétation de Marianne Plehn est exacte et, de plus, que les cellules à rhabdites ne sont pas autre chose que les *Rhabdospora* de Thélohan et Laguesse.

En conséquence, le *Rhabdospora Thelohani* Laguesse, élément normal des tissus, doit disparaître de la systématique zoologique.

SUR LA PRÉSENCE DU BARBEAU MÉRIDIONAL DANS LES ALPES DU DAUPHINÉ

Par M. Louis LÉGER,
Directeur du Laboratoire de Pisciculture

Les divers auteurs qui se sont occupés de la faune ichthyologique des Alpes du Dauphiné ne mentionnent tous, dans cette région, qu'une seule espèce de Barbeau, le *Barbus fluviatilis* Agass. ou Barbeau commun. Assez fréquent en Dauphiné, dans le bas Guiers et surtout dans l'Isère, il remonte cette dernière rivière, ainsi que le Drac, un de ses principaux affluents, et la Gresse, affluent du Drac, en troupes serrées dès la fin avril et surtout en mai, c'est-à-dire à l'époque de la fraie, pour déposer ses œufs sur les pierres où ils s'attachent dans les endroits où l'eau est vivement renouvelée par un fort courant. Cette migration sexuelle des Barbeaux, bien que rarement signalée par les auteurs, est connue depuis longtemps des pêcheurs du Graisivaudan, ainsi que l'atteste ce vieux dicton grenoblois : « Quand le vergne brotte[1], le Barbeau trotte. » Ces troupes sont conduites par les vieilles femelles suivies des vieux mâles ayant déjà fait campagne, puis les jeunes viennent à la suite. Pêcheurs et amateurs de bonne friture connaissent bien, en Dau-

[1] Quand l'aulne bourgeonne.

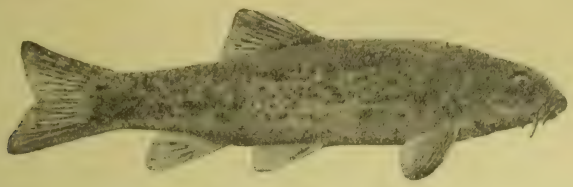
phiné, cette époque de remontée du Barbeau, qui est pour eux celle des bons jours, mais non pour les pauvres poissons que l'amour conduit à la mort, car éperviers et filets font alors parmi eux de nombreuses hécatombes.

Mais il s'agit là du Barbeau commun à la plupart des rivières de France, Barbeau dont les qualités gastronomiques sont d'ailleurs loin d'être appréciées avec autant de valeur dans les pays de plaine que dans nos montagnes. C'est que, sans doute, grâce à la fraîcheur de l'eau, à la rapidité du courant, à l'absence de fonds vaseux où « barbotte » le poisson, la chair du Barbeau des Alpes est devenue plus savoureuse, plus ferme et plus parfumée. Toujours est-il que les gourmets dauphinois n'ont pas exagéré les mérites du Barbeau de l'Isère, ainsi que j'ai pu m'en convaincre personnellement, en le considérant comme digne de rivaliser, en friture, avec la Truite.

Le Barbeau commun, avec sa tête pointue et sa lèvre supérieure munie de deux paires de barbillons, sa belle couleur d'un gris doré avec ses nageoires paires rougeâtres, est un poisson trop connu pour qu'il soit de quelque intérêt de donner ici tous ses caractères morphologiques; je rappellerai seulement qu'il peut atteindre une grande taille (80 centimètres) et que dans l'Isère, aux environs de Grenoble, on en pêche assez souvent qui atteignent jusqu'à 50 centimètres. En outre, un caractère distinctif très important à rappeler ici consiste en ce que le troisième rayon de la nageoire dorsale est très dur et dentelé.

Or on sait qu'il existe en France une autre espèce de Barbeau bien distincte de la précédente, mais beaucoup moins connue, parce que moins répandue, et qui est en quelque sorte caractéristique de la faune ichthyologique des régions méridionales. C'est le Barbeau méridional, *Barbus meridionalis* Risso, *Barbus caninus* Cuv. et Val. Beaucoup plus petit que le Barbeau commun, car sa taille varie de 15 à 25 centimètres, il est d'une forme moins allongée et sa nageoire dorsale est dépourvue de ce rayon rigide épineux-denticulé qui caractérise l'espèce précédente. Ce petit Barbeau se distingue, en outre, de cette

dernière par la coloration de sa peau gris moucheté de noir sur la région dorsale [1].



Barbeau méridional (réduct. 1/2)

Assez répandu en Italie et longtemps considéré en France comme particulier aux cours d'eau des régions côtières de la Méditerranée, on s'aperçut par la suite que son aire de répartition était plus vaste en l'observant dans la Sorgue, aux environs d'Avignon. Après les observations de Parâtre, Noulet, Roule, sa présence fut signalée dans les cours d'eau des Pyrénées occidentales tributaires de l'Océan Atlantique, tels que la Garonne, l'Ariège, la Lèze, la Save, etc., où il est connu sous le nom de *Barbeau truité.*

Actuellement donc, le petit Barbeau méridional nous apparaît comme une espèce bien caractéristique de la France méridionale, mais non plus exclusivement méditerranéenne comme on l'avait cru tout d'abord.

Dans son étude si documentée des Poissons de la Suisse, Fatio (p. 278) nous apprend que cette espèce se rencontre dans le lac Majeur, où il est connu sous le nom de *Stornazza,* et, en outre, d'après les observations de Pavesi, dans les rivières Tessinoises, en particulier dans la Tresa, où on l'appelle *Pess-Cagnôn.* Le *Barbus meridionalis* existe donc aussi en Suisse, mais confiné dans le Tessin, au sud des Alpes, et il semble même assez rare dans ce canton.

---

[1] Je rappellerai ici, à titre d'indication, que le *Barbus meridionalis* n'existe pas en Algérie à l'état indigène. Mais il s'y est fort bien acclimaté à la suite des essais tentés dans le Sig (Oued Mekerra) par M. Alfred Naudin. (*Bull. Soc. Aquic. de France,* t. XIX, 1907.) Les Barbeaux algériens indigènes, d'après les renseignements que m'a fournis obligeamment le Dr G. Pellegrin, sont le *Barbus callensis* C. V. et le *Barbus setivimensis* C. V.

Plus récemment, Roule, dans une intéressante étude sur la faune ichthyologique des Pyrénées françaises, dont les principaux résultats furent communiqués à la Section de Pisciculture du Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenu à Grenoble en 1904, nous apprend que le *Barbus meridionalis* ne se rencontre pas dans les eaux des plaines basses du Sud-Ouest, tandis que, au contraire, on le trouve dans les eaux d'altitude moyenne. Le petit Barbeau, il est vrai, n'occupe que les parties les plus inférieures de cette zone (de 300 à 800 mètres d'altitude); mais là, il remplace en quelque sorte le *Barbus fluviatilis* des eaux de plaines.

Cette extension de l'aire de répartition Sud-Ouest du *Barbus meridionalis,* à la vérité assez inattendue, puisqu'il n'était tout d'abord connu que dans les tributaires directs de la Méditerranée, rendait intéressante l'étude de sa répartition Sud-Est et m'a incité à rechercher sa présence dans les régions plus élevées en altitude et en latitude que celles où il avait été jusqu'ici signalé et notamment dans la région alpine qui m'est plus particulièrement familière.

J'ai d'abord pu constater que, en latitude, son aire de dispersion s'étend plus haut qu'on ne le croyait, car il existe en assez grande quantité non seulement dans l'Ouvèze et l'Erieux, affluents rive droite du Rhône, en aval de Valence, mais aussi dans le Doux, petite rivière torrentueuse à lit granitique qui se jette dans le Rhône à Tournon et dans ses affluents, notamment le Duzon. Dans cette région, il est connu sous le nom de *Drogan.*

Ensuite et relativement à sa répartition altitudinale, j'ai constaté sa présence dans les Alpes du Dauphiné et remarqué, comme Roule, que cette espèce, bien que méridionale, n'habite pas dans nos régions montagneuses, les eaux des plaines basses, mais bien celles de moyenne altitude.

D'après les observations et les captures qui ont été faites, sur mon indication, par le Dr P. Cros, de Vif, le Barbeau méridional existe, en effet, en Dauphiné dans toute la région dite du Trièves, c'est-à-dire dans le bassin de l'Ebron, un affluent du Drac.

LES GORGES DE L'ÉBRON A PARASSAC *Cliché du Laboratoire.*
(Zones à Barbeau méridional).

La vallée de l'Ebron est par excellence la station alpestre du *Barbus meridionalis*. Ce poisson s'y rencontre communément d'abord dans l'Ebron lui-même, depuis son confluent avec le Drac jusqu'au ruisseau de Saint-Maurice-en-Trièves, c'est-à-dire sur un parcours d'environ 20 kilomètres.

Dans cette zone, il se montre surtout fréquent entre le Pont de Brion et le viaduc de Parassac, à une altitude moyenne de 500 mètres. La taille moyenne des sujets communément pêchés est de 14 à 15 centimètres et ce petit poisson se pêche assez fréquemment, de juillet à septembre, à la ligne amorcée avec des sauterelles ou mieux avec la mouche commune; il dédaigne totalement le fromage de gruyère qui convient bien à ses congénères. On le retrouve encore dans la Vanne, affluent rive droite de l'Ebron qui vient de Mens; dans ce petit cours d'eau, on le rencontre seulement depuis le pont de Prébois jusqu'à son embouchure. Là, il est d'une taille un peu plus petite (7 à 8 centimètres seulement) que dans le bas cours de l'Ebron. C'est au fond de ravins dénudés creusés dans les schistes noirs du medio-jurassique et brûlés l'été par un soleil torride (Pl. I) que vit ce poisson dans les petits remous à fond de sable.

Ainsi donc le *Barbus meridionalis* doit être désormais considéré comme un élément caractéristique de la faune ichthyologique du Dauphiné, où il semble principalement localisé dans la région du Trièves, dans une zone altitudinale allant de 400 à 700 mètres environ.

Les observations qui m'ont été obligeamment communiquées par le Dr Cros n'ont trait qu'au système de l'Ebron et il reste à rechercher si le Drac lui-même n'héberge pas ce poisson dans le même massif. Dans l'Ebron, on l'y rencontre en compagnie du Meunier, de la Suiffe, du Chabot et de la Truite.

A mesure qu'on s'élève dans le Trièves, il est un de ceux qui disparaissent les premiers avec la Suiffe, puis le Chabot remonte encore quelque peu et finalement, au-dessus du ruisseau de Saint-Maurice, la Truite subsiste seule. Je ne parle ici du Meunier que pour mention, car il n'a été vu que dans la partie

tout à fait terminale de l'Ebron. Il est très intéressant de remarquer qu'en aval du confluent de l'Ebron avec le Drac, c'est-à-dire à une altitude inférieure à 400 mètres environ, le Barbeau méridional n'a jamais été rencontré, ce qui en fait, comme dans les Pyrénées, un poisson exclusivement d'altitude moyenne. De plus, on sait qu'aujourd'hui le Drac, en aval du confluent de l'Ebron, aux environs d'Avignonet, présente un énorme barrage industriel d'une grande hauteur, construit en 1898, et qui arrête toute migration ascendante du poisson. Il en résulte que le *Barbus meridionalis* constitue ainsi un véritable îlot isolé dans le Trièves, îlot qui ne peut être alimenté par des migrations ascendantes à cause de l'obstacle apporté par le barrage et qui pourrait tout au plus fournir des émigrants au Drac et à l'Isère en supposant que ceux-ci soient entraînés passivement par-dessus le barrage au moment des grandes eaux.

Cette éventualité n'est du reste pas réalisée, puisque, fait remarquable, ce poisson n'a jamais été rencontré dans le bas cours du Drac au-dessous d'Avignonet et dans l'Isère, où il fait place alors au Barbeau commun.

Nous avons vu plus haut que les deux Cyprinides qui, dans les Alpes, remontent quelque peu les eaux courantes, étaient le *Barbus meridionalis* et le *Squalius Agassizii*. Il est remarquable de constater que ces deux espèces ont précisément le péritoine coloré. Dans un travail intéressant sur « la Répartition des chromoblasts chez quelques Cyprinides[1] », Roques se demande si cette coloration foncée du péritoine n'a pas pour but d'empêcher le rayonnement calorifique de l'organisme et ainsi s'expliquerait la coloration noire du péritoine des poissons de surface, tels que *Chondrostoma nasus, Squalius cephalus*. Or les deux Cyprinides qui remontent les eaux alpines, *Squalius Agassizii* et *Barbus meridionalis*, eaux relativement fraîches et en tous les cas toujours soumises à des variations considérables de température, ont précisément les chromoblastes péritonéaux forte-

---

[1] Roques, *Bullet. de la Station de Pisciculture de Toulouse*, n° 2, 1905.

ment chargés de pigment noir, ce qui vient à l'appui de l'hypothèse de Roques.

Partant de cette idée, il était intéressant de comparer l'intensité de la pigmentation péritonéale chez le Barbeau méridional de montagne et chez celui de la plaine méditerranéenne qui vit certainement dans des eaux plus chaudes et ne supporte pas de variations de température aussi grandes que le premier.

Cette comparaison, que j'ai pu effectuer avec des *Barbus meridionalis* pêchés dans la Vis, affluent de l'Hérault, et des sujets alpins de la vallée de l'Ebron, n'apporte toutefois aucun argument pour ou contre cette théorie, les sujets alpins et méridionaux présentant une pigmentation péritonéale d'égale intensité.

De ces observations, nous conclurons donc que l'aire de répartition du Barbeau méridional en France est encore plus étendue qu'on ne l'admettait jusqu'ici, puisque cette petite espèce remonte les affluents du Rhône jusqu'en amont de Valence et se rencontre, en outre, dans le massif alpin du Trièves, dans la vallée de l'Ebron jusqu'à l'altitude de 700 mètres. Dans cette dernière région, elle est aujourd'hui localisée à des stations encaissées subissant, l'été, des insolations comparables à celles de la Provence, mais il est évident qu'elle a dû autrefois exister également dans les cours d'eau qui relient l'Ebron au Rhône, c'est-à-dire dans le Drac et dans l'Isère, d'où elle a disparu avec les conditions favorables à sa reproduction, sans doute en raison du régime trop régulièrement torrentiel de leurs eaux constamment refroidies par leurs affluents de montagne et coulant sans abri dans de larges vallées lavées par les vents. Et ainsi l'espèce s'est localisée, colonisant seulement dans les zones propices à sa multiplication, dans les petits remous et gours tranquilles abrités au fond des ravins dénudés (Pl. I); toutes conditions qui se rencontrent par places dans l'étrange et pittoresque vallée de l'Ebron.

L. LÉGER

PRINCIPES

DE LA

MÉTHODE RATIONNELLE

du Peuplement des Cours d'eau à Salmonides

I

L'avenir de l'aquiculture par la méthode rationnelle.

II

Les bases scientifiques de la mise en valeur des eaux à Salmonides.

A. Le dossier monographique piscicole des cours d'eau.

B. Questionnaire pour l'établissement d'un dossier monographique.

C. La capacité biogénique et l'échelle de capacité.

D. L'appréciation de la capacité biogénique et les dominantes de faune nutritive.

E. Formule de lancement.

F. L'établissement du dossier monographique et des cartes piscicoles.

III

Les cartes hydrobiologiques piscicoles.

IV

Organisation administrative du repeuplement dans les Alpes.

GRENOBLE

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES

26, Cours de Saint-André, 26

1910

PRINCIPES
DE LA MÉTHODE RATIONNELLE DU PEUPLEMENT DES COURS D'EAU A SALMONIDES

Par M. Louis LÉGER,

Directeur du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble.

I

L'AVENIR DE L'AQUICULTURE PAR LES METHODES RATIONNELLES

Il semble bien aujourd'hui, après les constatations faites de toutes parts sur le dépeuplement des eaux douces et le peu de revenu que nous retirons de celles-ci relativement à leur quantité et leur qualité productrice, que le moment soit venu d'agir d'une façon énergique et aussi efficace que possible contre cet état de choses. Nous n'avons pas plus le droit de négliger la culture de nos eaux que celle de nos terres, encore moins même pourrait-on dire, car à surface égale les premières sont souvent bien plus rémunératrices que les secondes. Et cela d'autant mieux que malgré l'admirable réseau de rivières et canaux que possède la France, réseau qui devrait plus que suffire à son en-

tretien en poissons d'eau douce, nous sommes tributaires de l'étranger à ce point de vue pour plus de 4 millions de kilog. représentant une valeur de plus de 6 millions de francs[1].

Or il est incontestable que nous pouvons améliorer le rendement de nos eaux. Maintes rivières ayant pourtant tous les éléments voulus pour être richement productrices ne sont aujourd'hui encore que d'un rapport insignifiant et si nous comparons leur rendement avec celui des cours d'eau anglais, par exemple, nous nous trouvons dans un état d'infériorité presque inavouable.

Est-ce à dire que des efforts n'ont pas été tentés dans ce sens et seraient restés sans succès? A ceux qui accueilleront cette question d'un sourire sceptique je ferai grâce de toute discussion ou exposé théorique et je ne citerai que des exemples se rapportant aux types de rivières que je connais le mieux à ce point de vue : les rivières de montagne. Ainsi le Furon, petite rivière torrentueuse du Vercors de 5 à 6 mètres de large et pêchable sur une longueur d'environ 9 kilomètres, ne produisait guère il y a une dizaine d'années que 5 à 6 kilogrammes de Truites en moyenne au kilomètre, soit un rendement kilométrique moyen de 25 francs. Après cinq années de repeuplement méthodique et rationnel (et cependant non intensif) basé sur une étude approfondie de la valeur nutritive (capacité biogénique) et des conditions biologiques des diverses parties de son cours, il livre aujourd'hui annuellement aux pêcheurs une moyenne de 30 à 40 kilogrammes de Truites au kilomètre, soit un revenu annuel kilométrique moyen de 150 à 200 francs dans la partie piscicole de son cours, le reste étant malheureusement à sec pendant l'été pour les besoins industriels.

De même et mieux encore la Rive, petite rivière plus paisible de la plaine du Bourg-d'Oisans, d'une largeur moyenne de 10 mètres environ, donne actuellement, après nos repeuplements

---

[1] D'après les statistiques officielles publiées par l'Administration des douanes (Raveret-Wattel, *Atlas des Poissons d'eau douce*, Paris, 1900).

rationnels, environ 50 kilogrammes de Truites au kilomètre, soit un revenu annuel kilométrique de 250 francs; et dans ses eaux limpides, le promeneur émerveillé voit de toutes parts surgir les Poissons comme dans un bassin d'élevage.

Ainsi donc nous avons pu par une étude minutieuse des conditions biologiques de ces cours d'eau, par un repeuplement méthodique proportionné à leur valeur nutritive, par une surveillance bien comprise, arriver à retirer un rendement qui pourrait être qualifié d'invraisemblable si l'on ne pouvait le garantir, non point sur une enquête hâtive et superficielle, mais par l'examen des livres de compte des divers hôteliers du pays, acheteurs des poissons pêchés sur place par des pêcheurs professionnels de la localité. Et notons bien que ce revenu piscicole du cours d'eau est, si l'on peut dire, tout bénéfice; ce n'est pas un revenu du type spéculatif nécessitant un risque préalable de gros capitaux, c'est un produit naturel tel des pépites d'or que le torrent mettrait au jour en roulant sur son lit de cailloux. Et à ce point de vue économique, le revenu piscicole des eaux doit nous être encore plus précieux.

Aussi bien en présence de tels résultats, n'est-on pas médiocrement surpris du rendement insignifiant de la plupart de nos rivières qui dans certains cas n'atteint pas 0 fr. 50 du kilomètre.

Sans doute tous les cours d'eau n'ont pas la même richesse biologique et j'admettrai même, bien que cela soit loin d'être prouvé, que les deux exemples cités plus haut soient parmi les meilleurs. En tous les cas je puis affirmer qu'ils ne sont pas exceptionnels; mais supposons même que la moyenne de rendement de nos cours d'eau alpins soit trois ou quatre fois plus faible que celle des deux précités, ce qui est sûrement au-dessous de la vérité, nous pourrions donc quand même espérer leur faire produire un rendement moyen de 50 francs au kilomètre, prétention que tous ceux qui connaissent et pratiquent la Salmoniculture trouveront certainement modeste et que, pour ma part, je considère comme réalisable avec n'importe quel petit cours d'eau salmonicole de 5 à 10 mètres de large. Et ceci est le rende-

ment moyen actuel de nos grands cours d'eau navigables[1]! Du reste, les auteurs (Raveret-Wattel, *Pisciculture,* t. I, p. 290. — Guénaux, p. 279) nous assurent qu'un hectare d'eau peut nourrir, sans alimentation artificielle, de 100 à 150 kilogrammes de Truites, soit une valeur de 5 à 600 francs de poisson, et si l'on songe qu'un hectare d'eau est représenté par un kilomètre de cours d'eau de 10 mètres de large, c'est-à-dire un kilomètre de toute petite rivière, on voit qu'il n'y a aucune exagération à prétendre retirer en moyenne 10 à 20 kilogrammes de Truites, soit 50 à 100 francs par kilomètre pour nos petits cours d'eau alpins de capacité biogénique moyenne. Et la même formule peut s'appliquer à toutes les petites rivières montagneuses à eau limpide et fraîche : Alpes, Pyrénées, Cévennes, Auvergne, Vosges, Jura, etc., sans compter bien d'autres régions où beaucoup de rivières et de ruisseaux sont propices aux Salmonides, mais qui n'en possèdent pas parce qu'on n'en a jamais mis ou parce que ceux qui existaient autrefois ont été exterminés et jamais remplacés. On pourrait citer dans ce cas pas mal de rivières et de frais ruisseaux du Centre de la France où la Truite se pêchait encore il y a quelque vingt ans et où elle est aujourd'hui inconnue.

Et si j'insiste particulièrement sur la Truite et les Salmonides de rivières en général, c'est que, à mon avis, toutes les fois qu'un cours d'eau a les qualités requises pour héberger de la Truite il faut lui en confier. Non pas que les Cyprinides soient d'un intérêt négligeable, mais parce que, au point de vue économique, la Truite a une valeur commerciale environ dix fois plus grande que les Cyprinides. Ce qui revient à dire qu'un kilogramme de Truite vaut 10 kilogrammes de Poisson blanc. Ceci dit une fois pour toutes pour montrer l'importance économique de la Salmoniculture sans compter son intérêt au point de vue privé.

Faudra-t-il pour cela dédaigner le rendement cyprinicole? Assurément non, car outre que les rivières à Cyprinides sont sans

---

[1] Raveret-Wattel, *loc. cit.*, p. 101.

doute majorité, par leur production susceptible de devenir considérable d'un poisson à la portée de toutes les bourses, celles-ci méritent assurément autant d'intérêt que celles-là.

Mais dans cette étude dans laquelle je tiens avant tout à être précis, car il s'agit de proposer une ligne de conduite, je ne veux ni ne puis envisager à la fois le problème dans les deux cas qui n'empruntent ni les mêmes eaux, ni les mêmes méthodes et je m'en tiendrai exclusivement ici à la mise en valeur des cours d'eau à Salmonides que de nombreuses observations et expériences poursuivies depuis plus de dix années dans les Alpes m'ont permis de connaître suffisamment pour me donner le droit d'exprimer scientifiquement mon opinion à ce sujet.

II

LES BASES SCIENTIFIQUES DE LA MISE EN VALEUR DES EAUX A SALMONIDES

A. — Le dossier monographique piscicole des cours d'eau.

De même que pour les terrains, il importe, lorsqu'on veut mettre en valeur des eaux dormantes ou courantes, de connaître les caractéristiques de son champ d'exploitation.

Nous devons tout d'abord en déterminer les caractères géographiques, puis topographiques (longueur, largeur, pente, etc.), les conditions biologiques, physico-chimiques, économiques, météorologiques et même politiques (rapports avec les propriétés de l'Etat, des communes ou des particuliers). Nous devons ensuite nous enquérir des causes, souvent diverses de la pauvreté de son rendement naturel et chercher à y remédier.

Ce n'est que muni de tous ces documents que nous pourrons alors procéder avec toute la rigueur d'une méthode scientifique aux essais de la mise en valeur des eaux. Or en ce qui concerne

les eaux courantes, ces connaissances ne peuvent être acquises que par une étude monographique très complète du cours d'eau et de son bassin, ainsi que le regretté Mersey l'avait déjà pressenti dans la belle conférence qu'il fit en 1900 à l'Assemblée générale de la Société d'Aquiculture et de Pêche et que je l'ai démontré en 1904 en indiquant la nécessité d'établir pour chacun de nos cours d'eau piscicoles ce que j'ai désigné sous le nom de Dossier monographique hydrobiologique. Ce dossier sera rendu plus facilement consultable s'il est synthétisé par une carte hydrobiologique piscicole dont mon collègue Roule et moi-même avons démontré la nécessité pour entreprendre une mise en valeur rationnelle de nos eaux.

Voyons comment nous pourrons procéder pour arriver à la connaissance aussi exacte que possible de ces données fondamentales d'après lesquelles doit être établi ce Dossier monographique des cours d'eau.

Depuis plusieurs années que nous nous occupons de cette importante question dans les Alpes, nous avons établi, pour arriver méthodiquement à ce but, un questionnaire dans lequel tous les caractères utiles sont successivement envisagés et dont nous donnons plus loin une reproduction.

Pour arriver à une connaissance précise de l'ensemble du cours d'eau au point de vue qui nous occupe, nous devons envisager successivement ses différentes parties. D'abord la source, puis le cours proprement dit. Or ce dernier présente souvent, surtout en montagne, des caractères biologiques extrêmement différents dans la partie haute et basse de son cours, caractères qui donnent à ces deux portions une physionomie biologique et une valeur économique absolument différentes, au point qu'il est nécessaire de les considérer comme deux cours d'eau distincts, car elles ne montrent ni les mêmes espèces de poissons ni la même valeur nutritive et doivent souvent procéder de méthodes de repeuplement et de mise en valeur différentes.

Lorsqu'il en est ainsi, le cours d'eau est alors divisé idéalement en deux sections ou tronçons, désignés respectivement, en allant

de la source vers l'embouchure, sous le titre de Tronçon n° 1 et Tronçon n° 2, et chacun de ces tronçons est l'objet d'une étude monographique basée sur les réponses du questionnaire. On procède de même dans les cas exceptionnels où les changements d'allure du cours d'eau nécessitent plus de deux tronçons.

Enfin les documents recueillis dans le questionnaire relatif : 1° à la source; 2° aux tronçons, sont rassemblés, synthétisés en ce qu'ils ont d'important au point de vue spécial de la pisciculture et du repeuplement dans une partie générale désignée sous le nom de *Renseignements généraux*. Ce carnet de renseignements généraux renferme ainsi toutes les données utiles et précises sur le cours d'eau et c'est lui qui sert à en établir aussi simplement et clairement que possible le Dossier monographique hydrobiologique.

Voici à titre d'exemple la composition des questionnaires que nous avons établis pour notre étude monographique des cours d'eau des Alpes.

B. — Questionnaire pour l'établissement d'un dossier monographique.

Nom du cours d'eau :
Rivière navigable, flottable, ni navigable, ni flottable, paisible, à courant modéré, torrentueux (torrent), variable :
Ruisseau[1] paisible, torrentueux, variable :
Relations hydrographiques :
Département :
Arrondissement :
Communes :
Altitude de la source : Pente moyenne.
— du confluent ou de l'embouchure : —

---

[1] Le cours d'eau sera désigné comme ruisseau au-dessous d'une largeur moyenne de 5 mètres.

Longueur du cours d'eau :

Largeur moyenne : prise à

Profondeur moyenne : prise à

Poissons du cours d'eau énumérés dans l'ordre de leur importance économique. — Ecrevisses :

SECTIONNEMENT EN TRONÇONS BIOLOGIQUES [1].

Nombre de tronçons :

Limites amont et aval de chaque tronçon, avec indication de l'allure générale (torrenteuse ou paisible, etc.).

SOURCE.

Sur la commune de :

Débit moyen : variation de débit, époque de ces variations :

Température : variation de température, époques des maxima et minima :

Type de la source : vauclusienne, en filets, en marais, en bassin (étang, lac). Observations générales sur la faune, la flore et la capacité biogénique de la source :

Caractères physique et chimique de l'eau :

TRONÇON N° 1 [2].

Limite amont du tronçon N°

Limite aval du tronçon N°

Arrondissements traversés :

Cantons :

Communes :

Altitude de la limite amont :

Altitude de la limite aval :

Largeur moyenne : prise à

Profondeur moyenne : prise à

---

[1] Le tronçonnement doit être basé avant tout sur l'hydrobiologie et principalement sur la répartition des diverses espèces de poissons le long du cours.

[2] Ne pas oublier de mentionner la date à laquelle les observations ont été faites, lorsque celles-ci sont susceptibles de varier avec la saison.

Variations de profondeur. — Leur époque et leur durée, leur cause :

Température de l'eau : prise à la date du à heures du

Température maxima en

— minima en

Epoque et durée des périodes à température élevée :

Epoque et durée des périodes à température basse :

Le cours d'eau gèle-t-il complètement, superficiellement, sur les bords, ou non, par les hivers rigoureux :

S'il gèle complètement, indiquer l'époque et la durée moyenne de la glace :

ALLURE DU COURANT.

Courant régulier, rapide, modéré, lent ou varié :

Vitesse moyenne :

Débit de l'eau. — Ses variations :

Cascades naturelles et barrages infranchissables pour le poisson (Indiquer leur position sur la carte) :

Si le cours présente de grandes variations, indiquer sur la carte la position des zones cascadeuses, des zones à allure régulière, des grands remous, etc.

NATURE DU FOND.

Calcaire, granitique, terreux, tourbeux :

Argile, vase, sable fin ou grossier, herbes :

Cailloux, gros blocs, rocher :

Y a-t-il des incrustations calcaires sur le fond :

— d'autres dépôts minéraux :

Couleur générale du fond :

CARACTÈRES DE L'EAU.

Couleur de l'eau dans les endroits profonds et tranquilles :

Type chimique de l'eau :

Eau limpide :

Eau trouble (nature du charriage) :

Eau variable (indiquer la cause, l'époque et la durée des variations de limpidité).

BORDS DU COURS D'EAU.

Bords bas ou élevés (hauteur moyenne au-dessus de l'eau) :

— variables (indiquer sur la carte les grandes variations, zones encaissées, zones dégagées) :

— à pic ou en pente douce :

Nature des rives, terre, rochers :

— enrochements artificiels :

Nature des terrains traversés, forêts (essence dominante), prairies, cultures, marais, rochers :

Enneigement, durée et époque moyenne :

Nature géologique du terrain :

Bords nus :

— ombragés : principaux végétaux, arbres ou arbustes et herbes qui bordent le cours d'eau; observations sur la faune qu'ils hébergent au point de vue de la nourriture du poisson :

Direction des vents dominants par rapport à l'orientation du tronçon considéré :

FLORE AQUATIQUE.

Flore du fond, son caractère et ses dominantes :

Flore de surface :

Flore des rives (demi-submergée) :

Observations sur le curage, le faucardement (leur époque) :

FAUNE DU COURS D'EAU [1].

(Enumérer les divers genres et espèces d'animaux vivant dans le cours d'eau en soulignant les dominantes de la faune nu-

---

[1] Le but poursuivi ici n'étant pas une étude faunistique de science pure, mais avant tout une connaissance des éléments nutritifs dont la valeur varie avec les types zoologiques, on ne s'attardera pas trop à la détermination spécifique précise lorsqu'elle présentera des difficultés, cas fréquent d'ailleurs chez certaines formes larvaires d'insectes, Diptères notamment. A défaut d'une

tritive et en indiquant la fréquence : CC. C. AC. AR. R.). Noter aussi les stations (sur le bord, dans l'herbe, sous les pierres, dans la vase, etc.).

Notes sur le Plankton :

CAPACITÉ BIOGÉNIQUE.

Observations sur la valeur nutritive du tronçon. — Dominantes de faune nutritive : Leur répartition; — Zones les plus riches en nourriture, etc.

FAUNE PISCICOLE.

Enumérer les espèces par ordre d'importance économique en indiquant pour chacune d'elles le nom scientifique, le nom local, la fréquence, l'époque du frai, la période fructueuse de leur pêche, les modes de pêche et les amorces utilisées dans le pays, et, s'il y a lieu, les maladies observées.

Ecrevisses :

Notes et observations sur les mœurs des poissons et sur la pêche dans la région considérée :

Observations sur le contenu stomacal des poissons et spécialement des Truites, en indiquant la date de l'examen :

Observations diverses sur la coloration, le goût, la croissance des principales espèces :

Y a-t-il des remontées de certains poissons? Indiquer les espèces, l'époque et la durée de la remontée :

---

plus grande précision, il suffira souvent de connaître le genre ou même le groupe auquel appartiennent les larves considérées. Peu importe à une Truite que la larve de Chironome qu'elle va absorber appartienne à l'espèce *plumosus* ou *riparius* et ceci nous importe peu également si ces deux espèces ont même valeur nutritive.

Toutefois, je n'entends pas dire par là qu'il faille se contenter de déterminations hâtives ou approximatives lorsqu'il est possible de faire mieux. La précision dans la détermination est d'autant plus utile que les conditions biologiques de multiplication des organismes sont souvent fort différentes d'une espèce à une autre et qu'il nous importe de les connaître si l'on veut chercher à améliorer la valeur nutritive des eaux.

Principales frayères pour les Salmonides ou autres espèces importantes s'il y a lieu (les noter sur la carte) :

Braconnage et ses modes :

Réserves et cantonnements :

Ennemis des poissons (espèces et fréquence) :

Epidémies ayant sévi ou sévissant sur le poisson ou les écrevisses :

Valeur pécuniaire des principales espèces de poissons dans la région considérée :

Le cours d'eau est-il en voie de dépeuplement et pour quelles causes?

Y a-t-il eu des essais d'acclimatation? — Résultats :

Quantité d'alevins que peut recevoir annuellement le tronçon. — Renseignements sur leur répartition :

Endroits les plus favorables au déversement d'alevins (les noter sur la carte et indiquer ici les communes sur lesquelles ils se trouvent) :

Endroits propices à l'installation de bassins d'alevinage naturels :

Epoque la plus favorable au déversement d'alevins :

INDUSTRIALISATION DU COURS D'EAU.

Noter ici et signaler sur la carte la position et la nature des établissements industriels susceptibles de modifier l'économie piscicole.

Canaux dérivés, réservoirs avec ou sans grilles, écluses, barrages infranchissables pour le poisson, échelles à poissons, etc. :

DÉVERSEMENTS INDUSTRIELS NOCIFS [1].

Leur nature :

Egouts :

Partie du tronçon biologiquement annulée par les déversements usiniers :

---

[1] Indiquer leur position sur la carte.

Partie du tronçon susceptible d'être à sec pendant un certain temps (indiquer l'époque, la durée et noter la position sur la carte) :

AFFLUENTS DU TRONÇON[1].

Mode de notation : g^1, premier affluent rive gauche.
d^2, deuxième affluent rive droite, etc.

Pour un naturaliste quelque peu exercé, il est facile de répondre à la plupart des questions de notre questionnaire par l'observation directe et par des enquêtes sur place, seule l'appréciation de la capacité biogénique et des dominantes de faune nutritive, qui doit servir de base à la détermination de la quantité et de la qualité d'alevins à déverser, nécessite d'être ici exposée en détail en raison de sa très grande importance et de la notion nouvelle qu'elle apporte en pisciculture d'eau courante.

C. — La capacité biogénique et l'échelle de capacité.

La capacité biogénique est l'expression de la valeur nutritive du cours d'eau au point de vue de l'alimentation du poisson. C'est un facteur d'une importance capitale pour l'estimation de la valeur économique d'une rivière et, partant, pour la détermination de la quantité et de la qualité des sujets de repeuplement qu'elle pourra recevoir. C'est aussi une base sur laquelle on devra se fixer pour établir d'une façon judicieuse la valeur locative d'un cours d'eau au point de vue de la pêche et des droits de riveraineté, la redevance à exiger des industriels dont les dispo-

---

[1] Si ces affluents n'ont aucune importance piscicole, les énumérer seulement en indiquant la température, la longueur, le débit approximatif, les dominantes de la faune et la capacité biogénique. De même pour les sources, lônes et autres apports ou petites réserves d'eau en relation directe avec le cours d'eau.

Quant aux affluents importants au point de vue piscicole, comme ils doivent être l'objet d'une étude semblable à la présente, il suffira de les signaler ici en indiquant leur longueur, leur largeur et leur profondeur approximatives.

sitifs hydromoteurs empêchent la remontée et la multiplication naturelle des poissons, l'importance des repeuplements à imposer aux sociétés ou aux particuliers locataires de pêche, etc.; en un mot, la connaissance de la capacité biogénique est indispensable toutes les fois que l'on a à tabler sur la valeur piscicole d'un cours d'eau, car elle en est l'expression même.

La capacité biogénique, que nous désignerons dans nos formules par le signe abréviatif β, est un facteur qui varie dans de grandes proportions avec les cours d'eau surtout en montagne. Tel torrent qui roule ses eaux écumantes sur des blocs stériles, dans des ravins dénudés est d'une pauvreté remarquable à ce point de vue et par conséquent ne devra jamais recevoir qu'une quantité extrêmement minime d'alevins si l'on veut espérer les voir profiter; tel autre, au contraire, riche en végétation aquatique et en nourriture animale, coulant dans une vallée verdoyante entre les arbres ou les buissons, pourra en recevoir huit ou dix fois plus avec autant de chances de réussite. Le premier a une valeur piscicole à peu près nulle et pourra être abandonné sans grand regret à l'industrie. Le second peut rapporter jusqu'à 400 francs et même davantage par kilomètre et représente ainsi pour tout son cours un revenu considérable qui sera perdu pour toujours lorsque, industrialisé sans réserves, il aura vu son eau emprisonnée dans des tubes de fonte et son lit transformé en désert de cailloux.

Et nous connaissons dans les Alpes pas mal de cours d'eau qui sont ou seront bientôt dans ce cas et dont le revenu piscicole, qui eût pu être fort important, est ou sera perdu pour toujours.

Et c'est ainsi que la capacité biogénique des cours d'eau mérite d'être considérée comme un élément d'appréciation des plus importants pour la valeur de notre domaine national des eaux douces. Sa connaissance pour chaque cours d'eau ainsi que celle de la largeur[1] et du débit moyens nous permettront, en effet, de

[1] La profondeur toujours très faible dans les cours d'eau de montagne n'intervient dans ce cas que dans une mesure négligeable.

déterminer d'une façon aussi précise que possible la valeur économique de celle-ci; son ignorance ne nous a conduits jusqu'ici qu'à des évaluations tellement inexactes qu'elles enlèvent tout intérêt aux statistiques publiées à ce point de vue. Aussi le premier devoir que doit se tracer tout économiste s'occupant du rendement des eaux est-il d'entreprendre les études nécessaires pour arriver à la connaissance de ces données fondamentales pour chacun de nos cours d'eau sans oublier même les ruisseaux qui, surtout au point de vue des Salmonides, sont d'un intérêt souvent plus considérable que bien des grandes rivières.

Pour que les données de la capacité biogénique soient directement et facilement utilisables, il était nécessaire, à mon avis, de les traduire sous une forme chiffrée, *Echelle de capacité biogénique* dont les degrés, correspondant chacun à une certaine valeur nutritive, puissent servir de base numérique à la notation de la richesse du cours d'eau et, en outre, soient dans un rapport très simple avec la quantité de sujets qu'il peut recevoir[1].

L'échelle de capacité biogénique que j'ai établie comprend 10 degrés : I, II, III, IV, V, etc., exprimés sur nos cartes piscicoles en chiffres romains placés entre parenthèses, ex. (VI). I représente la capacité biogénique la plus faible et X la plus forte.

Voyons maintenant quelles sont les données qui doivent servir de base à l'appréciation de la capacité biogénique.

D. — L'appréciation de la capacité biogénique et les dominantes de faune nutritive.

L'appréciation de la capacité biogénique d'un cours d'eau dépend de tellement de facteurs différents qu'on peut et doit hardiment avouer qu'elle n'est pas susceptible d'une évaluation mathématique précise. C'est plutôt affaire de jugement que de me-

---

[1] On verra plus loin que ce rapport est en effet aussi simple que possible : soit de 1 : 100 pour l'unité de cours d'eau. C'est-à-dire qu'il suffira de multiplier par 100 le chiffre qui exprime la capacité pour obtenir le nombre d'alevins que doit recevoir l'unité de cours d'eau.

sure. Tous les auteurs qui se sont spécialement occupés de la question de la valeur nutritive des eaux courantes sont d'accord sur ce point. Est-ce à dire qu'il faille en bannir toute idée de mesure et définir simplement la capacité biogénique par le nombre d'alevins que peut recevoir le ruisseau d'après son simple aspect? Assurément non, car ce serait tourner dans un cercle vicieux. Mais il importe, avant d'étudier les facteurs qui entrent en jeu dans cette opération, de bien se pénétrer de cette idée qu'il faut d'abord une certaine habitude *clinique,* si j'ose dire (puisqu'on est au lit de la rivière), et beaucoup de jugement pour coordonner tous ces facteurs et en déduire, dans l'échelle de 0 à 10, le chiffre synthétique qui doit exprimer cette capacité.

Voyons d'abord quels sont les principaux éléments qui entrent en jeu dans cette appréciation. En d'autres termes, quels sont les facteurs essentiels de la capacité biogénique?

Ce sont :

La richesse piscicole proprement dite du cours d'eau au moment considéré.

Les animaux aquatiques qui peuvent servir de nourriture aux Truites.

Les animaux terrestres, insectes pour la plupart, qui peuvent tomber dans l'eau.

Les végétaux, algues, mousses et plantes qui vivent dans l'eau et nourrissent les animaux du premier groupe.

La végétation des bords et l'orientation du cours d'eau par rapport aux vents dominants.

La nature du fond.

Les qualités physiques (température surtout) et chimiques de l'eau.

L'allure du courant et le régime général des eaux.

A côté de ces facteurs essentiels et naturels d'ordre positif, il faut tenir compte aussi des facteurs négatifs ou de destruction pour la plupart artificiels, faucardement, assèchement, servitudes industrielles (déversements nocifs, barrages, etc...) et agricoles (prises d'arrosage, etc...).

Il y a donc là, comme on le voit, une équation dont l'un des membres est β la capacité biogénique, l'autre une série de termes les uns positifs, les autres négatifs. Mais si certains de ces termes se laissent d'ailleurs apprécier en valeur absolue, il est plus difficile d'apprécier leur importance relativement au but visé.

Ainsi, par exemple, il est certain qu'un cours d'eau qui est déjà naturellement riche en Truites a une capacité biogénique élevée, mais de ce qu'il n'y en a pas il ne faudrait pas se hâter d'en conclure que sa capacité biogénique est nulle. Je puis citer actuellement des ruisseaux où la Truite était inconnue il y a dix ans et qui aujourd'hui, à la suite de nos peuplements, en sont abondamment pourvus.

Il est certain aussi que plus un cours d'eau montre d'animaux aquatiques appartenant à certains groupes de grande valeur nutritive et en conséquence fort recherchés par les poissons, plus sa capacité biogénique est élevée.

C'est même là le seul facteur (en dehors des facteurs physiques et chimiques) qui soit réellement susceptible de mesure, mais encore faut-il dans cette mesure tenir large compte de la *qualité* des espèces. Ainsi des Planaires et des Azelles peuvent exister en très grand nombre sans que pour cela le cours d'eau soit nutritif, car les poissons et surtout les Salmonides dédaignent ces proies. Par contre, les larves d'Ephémérides, de Perlides, de Diptères, de Trichoptères, les Crevettes, les Oligochètes, certains Mollusques, les petits poissons représentent des éléments nutritifs de premier ordre. Ce sont donc ceux-là dont il faudra surtout apprécier la quantité. Et comme la quantité et la qualité de ces éléments sont fonction dans une large mesure de la végétation du cours d'eau, comme l'ont bien noté MM. G. Duval et R. Wurtz[1], il faudra dans cette appréciation tenir compte des caractères de cette végétation dans ses rapports avec l'alimentation de ces organismes.

---

[1] Note sur le faucardement dans les rivières à Truite. *Congrès d'Aquiculture et de Pêche*, 1900.

Dans le questionnaire que j'ai établi concernant la faune des cours d'eau, j'ai attaché une grande importance aux éléments de cette faune que j'ai appelés les « Dominantes de faune nutritive ». Par ce terme j'entends distinguer l'espèce ou les espèces d'animaux aquatiques (nutritifs pour les poissons) qui dominent au point de vue quantitatif dans le cours d'eau ou dans une région déterminée du cours d'eau.

Ainsi tel cours d'eau renferme à la fois des éléments nutritifs animaux très divers tels que Crevettes d'eau douce, Larves d'Ephémérides, Larves de Diptères, Phryganes, Limnées, Bythinies, Cyclops, Tubifex, etc..., mais, presque toujours, il y a, au moment de la grande activité nutritive du poisson, un de ces éléments qui domine de beaucoup quantitativement et représente par conséquent la base de son alimentation. Nous avons de la sorte des cours d'eau ou des régions de cours d'eau à dominantes Crevettes, ou à dominantes Phryganides, ou à dominantes Mollusques, ou à dominantes Ephémérides, etc..., et c'est là un point très important à connaître, car selon la qualité et la quantité de ces dominantes telle ou telle espèce de poisson croîtra plus ou moins vite et sera de qualité fort différente.

C'est ainsi que le Saumon de fontaine dans les Alpes nous donne son maximum de rendement dans les cours d'eau à dominantes Crevettes où il acquiert en outre une chair dite saumonnée[1]. En conséquence, les ruisseaux à dominantes Crevettes seront choisis de préférence pour l'acclimatation du Saumon de

---

[1] Des expériences comparatives précises effectuées à notre Laboratoire nous ont montré que la *Salmonisation* de la chair des Salmonides d'eau douce était due, dans nos ruisseaux, à la nourriture naturelle par les Crevettes qui renferment un lipochrome de même couleur dans leurs cellules adipeuses. Des alevins de Saumon de fontaine provenant d'une même femelle et d'une même fécondation ont été partagés en deux lots. Le premier lot reçut exclusivement des Crevettes comme nourriture, le second lot de la rate. Au bout de la deuxième année les premiers ont tous une chair fortement saumonée, chez les autres elle est complètement blanche. Nous sommes donc en mesure d'affirmer péremptoirement que la Salmonisation de la chair est fonction de la nourriture et que dans nos ruisseaux ce sont les Crevettes d'eau douce qui la déterminent.

fontaine. La Truite arc-en-ciel s'accommode par contre de nourriture beaucoup plus variée et tel cours d'eau qui n'a que peu ou point de Crevettes, mais beaucoup de Mollusques et de larves de Diptères, lui conviendra parfaitement alors qu'il ne donnerait qu'un rendement médiocre avec le Saumon de fontaine. Enfin la Truite indigène sait fort bien rechercher les larves de Phryganes qu'elle avale avec leur fourreau, les larves d'Ephémérides, de Perlides, etc..., et saura trouver sa nourriture dans les eaux qui possèdent ces dominantes où elle croîtra rapidement alors que les deux autres espèces y croîtront moins vite, toutes choses égales d'ailleurs.

Dans certain cas, notamment aux points où le cours d'eau change d'allure, celui-ci pourra montrer des dominantes à caractère mixte, c'est-à-dire comprenant à peu près quantité égale de deux espèces différentes, rarement trois. Il importera également de les signaler, car leur connaissance sera toujours du plus haut intérêt pour l'appréciation de la valeur biogénique générale et le choix des espèces à cultiver.

Bien entendu ces données ne sont pas absolues, car le Salmonide affamé prend ce qui lui tombe sous la dent, mais il n'est pas moins vrai qu'elles méritent d'être prises en considération lorsqu'il s'agit de retirer d'un cours d'eau donné le maximum de rendement, que l'on se place au point de vue qualitatif ou quantitatif. C'est pourquoi, à mon avis, il est toujours intéressant de connaître pour un cours d'eau donné les « Dominantes de faune nutritive ».

Au sujet des méthodes de mesure à employer pour apprécier la valeur quantitative des éléments nutritifs d'un cours d'eau, cet élément si important de la capacité biogénique, je m'étendrai plus longuement dans une étude spéciale. Les principes de la méthode que nous suivons consistent à recueillir, à déterminer et à mesurer tous les éléments nutritifs qui se trouvent sur une surface de fond donnée et vivent ou passent dans un volume d'eau déterminé pendant un temps donné. L'opération est répétée plusieurs fois dans les endroits les plus différents du cours

d'eau (fond pierreux, fond sableux, fond herbeux, etc..., zones courantes, zones paisibles) et on prend la moyenne. Il est à peine besoin de dire combien cette mesure est approximative et cependant c'est une des rares opérations de l'appréciation où l'on fasse intervenir une évaluation quantitative. Il est juste du reste de reconnaître que les résultats de cette mesure sont fort importants et doivent intervenir en première ligne dans le résultat final, dans le jugement porté. Ainsi tel ruisseau pauvre ne fournira en moyenne que 15 à 20 centimètres cubes d'éléments nutritifs au mètre carré de fond et au mètre cube d'eau, tandis que tel autre très riche en fournira dix fois plus et même davantage dans certains endroits herbeux où larves et Crustacés, trouvant là une table copieusement servie, sont accumulés. Le premier aura une capacité biogénique très faible, le second une très forte.

Les résultats comparatifs de ces mesures seront, je le répète, d'une importance capitale dans l'appréciation de la capacité biogénique. Mais ils ne doivent pas être les seuls : à ceux-ci s'ajouteront les considérations tirées des caractères de la flore ou des cultures riveraines qui peuvent abriter et déverser les jours de vent pas mal d'insectes terrestres dans les eaux; celles tirées de la nature du fond de l'eau qui peut être plus ou moins propice au développement de certaines algues inférieures (Diatomées surtout) fort recherchées de diverses petites larves d'insectes. Celles tirées des qualités physiques de l'eau (température surtout qui influe considérablement sur l'activité biologique, limpidité), des qualités chimiques (oxygénation, dureté), de l'allure du courant dont la trop grande rapidité est un élément d'appauvrissement considérable, du nombre et de l'importance des obstacles apportés à la circulation du poisson ou des éléments nutritifs, etc.....

On fera ensuite intervenir les autres termes négatifs ou facteurs de destruction biologique énumérés plus haut et de toutes ces considérations on devra tirer son coefficient d'appréciation de la capacité biogénique.

C'est donc bien, comme on le voit, une affaire de jugement

avant tout que l'
d'eau et s'il m'éta
bien faire compre
a à juger et à no
pacité biogénique
teur qui a à juger
son examen. La
synthèse de la vale
qu'il a porté sur le
didat, de même le
cours d'eau sera l'
de nos mesures et
du ruisseau.

Et il ne sera pas
ment et beaucoup
nateur, de noter un
0 à 20.

Une fois en posse
naissance des domi
miques et économiq
deur moyennes, etc.,
nous allons le monti
monides les plus pro

E. —

Pour établir quelle
un cours d'eau d'après
d'admettre une « unit
un cours d'eau d'une
de 5 mètres et je fais
faible dans les cours d
en plankton, pour infl
que. La longueur chois
égale à 1 kilomètre pour la

16S44. 6-50-1M.

Due.....

The University of Colorado Library is under obligation to return this book not later than the date indicated above to the Library from which it was borrowed.

We are not permitted to ask for an extension of this loan **later than four days before the date on which this book is due.**

Transportation charge is.....

.....
Elizabeth F. Sellech
Reference Librarian

Materials secured on inter-library loan are not to be reproduced, except under the terms of "fair use" agreement (copy at Reference Desk), without securing permission from the copyright owners, or, in the case of non-copyright material, from the lending library.

d'eau etc..., zones
coura e. Il est à
peine ximative et
cepen ciation où
l'on fa st juste du
reste e sont fort
import ns le résul-
tat fin au pauvre
ne fou ubes d'élé-
ments cube d'eau,
tandis s et même
davant Crustacés,
trouva mulés. Le
premie econd une
très fo

Les le répète,
d'une i pacité bio-
géniqu -ci s'ajou-
teront ore ou des
culture s jours de
vent pa s tirées de
la natu propice au
développ mées sur-
tout) fo tes. Celles
tirées urtout qui
influe idité), des
qualité lu courant
dont la rissement
considé les appor-
tés à la tifs, etc.....

On fs ou fac-
teurs de de toutes
ces con d'ap préciation
de la ca

C'est jugement

avant tout que l'appréciation de la valeur nutritive d'un cours d'eau et s'il m'était permis d'emprunter une comparaison pour bien faire comprendre ma pensée, je dirais que le naturaliste qui a à juger et à noter un coefficient de l'échelle (0 à 10) de capacité biogénique d'un cours d'eau doit agir comme un examinateur qui a à juger un candidat et à lui attribuer une note pour son examen. La note que donne l'examinateur est comme la synthèse de la valeur des réponses qu'il a posées et du jugement qu'il a porté sur les capacités intellectuelles et l'acquis du candidat, de même le coefficient que nous aurons à porter sur notre cours d'eau sera l'expression de l'ensemble de nos impressions, de nos mesures et de notre jugement sur la valeur biogénique du ruisseau.

Et il ne sera pas plus difficile avec un peu d'habitude, du jugement et beaucoup de connaissances, qualités d'un bon examinateur, de noter un cours d'eau de 0 à 10, qu'un candidat de 0 à 20.

Une fois en possession de la capacité biogénique, de la connaissance des dominantes et des autres caractères physico-chimiques et économiques du cours d'eau, de la largeur et profondeur moyennes, etc., nous pouvons déduire facilement, ainsi que nous allons le montrer, le nombre et l'espèce d'alevins de Salmonides les plus propices à sa mise en valeur.

E. — **Formule de lancement.**

Pour établir quelle est la quantité d'alevins que peut recevoir un cours d'eau d'après sa capacité biogénique, il est nécessaire d'admettre une « unité » de cours d'eau. Je prends pour unité un cours d'eau d'une longueur de 1 kilomètre avec une largeur de 5 mètres et je fais abstraction de la profondeur toujours trop faible dans les cours d'eau de montagne, d'ailleurs très pauvres en plankton, pour influencer sensiblement la capacité biogénique. La longueur choisie est évidemment arbitraire. Je l'ai prise égale à 1 kilomètre pour la plus grande simplicité des calculs

et parce que, avec une largeur de 5 mètres, le nombre d'alevins que le cours d'eau devra recevoir se trouve dans un rapport aussi simple que possible $\left(\frac{100}{1}\right)$ avec les degrés de l'échelle de capacité. En prenant pour unité une largeur de 5 mètres, je réalise l'exemple du petit cours d'eau à Salmonides, si commun en montagne, et dont l'importance, minime en apparence, peut cependant être considérable au point de vue de l'économie piscicole. A mon avis, une unité de largeur plus grande eût été trop imprécise, car de petits ruisseaux de montagne de moins de 5 mètres deviendraient quantités négligeables alors qu'ils ont au contraire un fort rendement. Ce ne sont pas, en effet, les grandes rivières qui sont intéressantes pour le repeuplement et le rendement en Salmonides, ce sont leurs affluents, souvent de tout petits ruisseaux, où ils trouvent plus de nourriture, meilleures conditions de vie et de reproduction et ce sont ceux-ci qui suffisent la plupart du temps à entretenir le repeuplement des grands cours d'eau.

De même, il m'a paru inutile de prendre une unité de largeur beaucoup plus petite, car, ainsi que je le montrerai plus loin, les éléments nutritifs du cours d'eau sont en grande partie cantonnés sur les bords ou à une faible distance de ceux-ci et un petit ruisseau de 2 mètres est presque aussi riche qu'un ruisseau de 5 mètres. D'autre part, ce n'est qu'à partir de 4 à 5 mètres de large que le cours d'eau n'est déjà plus un ruisseau et mérite d'être considéré comme une petite rivière. Et notre unité de cours d'eau, avec sa largeur moyenne de 5 mètres, représente ainsi le type de la petite rivière.

Voyons maintenant quels sont les rapports qui existent entre les chiffres de l'échelle de capacité biogénique et le nombre d'alevins que peut héberger l'unité de cours d'eau. Ce rapport est de 1 à 100 et par conséquent très simple comme je l'ai dit plus haut. En d'autres termes, il suffira de multiplier par 100 le chiffre de capacité biogénique pour savoir le nombre d'alevins N que doit recevoir l'unité de cours d'eau considéré, c'est-à-dire 1 kilomètre de ce cours d'eau pour une largeur de 5 mètres. Ainsi un cours

d'eau de 5 mètres de large et de capacité biogénique X (maximum) est un cours d'eau dont l'unité peut recevoir et nourrir $X \times 100 = 1.000$ alevins (de 5 à 6 mois). — Un cours d'eau de même largeur et de capacité biogénique V ne pourra héberger que $V \times 100 = 500$ alevins; de III, 300 alevins, etc...

Connaissant la quantité d'alevins que doit recevoir par kilomètre le cours d'eau pour une largeur de 5 mètres, voyons dans quelle proportion cette quantité devra être augmentée avec l'accroissement en largeur du cours d'eau. Mathématiquement, elle devrait être proportionnelle à cette largeur, c'est-à-dire qu'un cours d'eau de 10 mètres de large devrait, par exemple, recevoir deux fois plus d'alevins qu'un cours d'eau de 5 mètres. Et ce serait exact si à une largeur double correspondait une quantité double d'éléments nutritifs; or de très nombreuses observations ont montré qu'il n'en était pas ainsi et que, en ce qui concerne les éléments nutritifs du cours d'eau proprement dits, ceux-ci se trouvent surtout le long des rives et à une faible distance (1 à 2 m.) du bord, tandis que la partie située plus au large est beaucoup plus pauvre. Nous estimons, après beaucoup d'études comparatives, qu'à une distance de 2 mètres à 2 m. 50 des rives la richesse des éléments nutritifs du cours d'eau est diminuée au moins de moitié.

En d'autres termes, au milieu du lit, en plein courant, la rivière est moitié moins riche en nourriture de fond que dans le voisinage des bords, d'où il résulte que pour un accroissement de largeur de 5 mètres, par exemple, il ne faudra pas doubler la quantité Q d'alevins, mais seulement l'augmenter de moitié, soit $Q + \frac{Q}{2}$ et mettre $\frac{3}{2}$ Q par kilomètre au lieu de 2 Q; on conservera cette même proportion pour tout accroissement de largeur quel qu'il soit.

Nous pouvons ainsi en déduire une formule très simple permettant de trouver immédiatement la quantité d'alevins que devra recevoir par kilomètre un cours d'eau de largeur donnée, connaissant sa capacité biogénique β.

Soit, par exemple, un cours d'eau de capacité biogénique

VI et de 10 mètres de large. Combien devra-t-il recevoir d'alevins par kilomètre?

S'il avait seulement 5 mètres il en recevrait N = VI × 100, soit 600. Les 5 autres mètres ne devront en recevoir que moitié moins, soit 300. On devra donc en mettre en tout 600 + 300 = = 900 par kilomètre.

Autre exemple. — Soit un cours d'eau de 13 mètres de large et de capacité biogénique III. S'il avait seulement 5 mètres, il devrait recevoir N = III × 100 = 300 alevins par kilomètre, mais il y a 8 mètres de plus qui doivent seulement recevoir une proportion moitié moindre par unité de largeur (5 m.). Ces 8 mètres devront donc recevoir $\frac{8}{5} \times \frac{100}{2} = 80$ alevins dont le nombre s'ajoute au premier, et le cours d'eau devra donc recevoir en tout 380 alevins par kilomètre.

On voit, par ces exemples pris au hasard, qu'il est facile de déduire une formule générale et très simple applicable à tous les cours d'eau et permettant de trouver de suite la quantité Q d'alevins qu'ils doivent recevoir par kilomètre, connaissant la largeur moyenne et la capacité biogénique.

En effet, si β représente le chiffre de capacité biogénique d'un cours d'eau et L sa largeur moyenne, il faudra d'abord $\beta \times 100$ alevins par 5 mètres de largeur et pour le reste (L-5) de la largeur, $\frac{L-5}{5} \times \frac{\beta \times 100}{2}$, soit au total par kilomètre :

$$100\beta + \frac{100\beta}{2} \times \frac{L-5}{5}$$

ou encore

$$100\beta + \frac{100\beta(L-5)}{10} = \frac{100\beta(L+5)}{10} =$$
$$= 10\beta(L+5)$$

Telle est la formule qui nous permet de déduire immédiatement le nombre d'alevins que doit recevoir par kilomètre le cours d'eau, connaissant sa capacité biogénique β et sa largeur L.

Application. — Soit à calculer le nombre d'alevins que doit recevoir par kilomètre un cours d'eau de 8 mètres de large et dont la capacité biogénique β est VII.

Il sera de : $10 \times 7 \times (8 + 5) = 70 \times 13 = 910$.

Nous trouvons de même que pour un ruisseau de 1 mètre de large, la capacité biogénique étant X (maximum), il faudrait y placer 600 alevins au kilomètre, ce qui est parfaitement en rapport avec sa quantité de nourriture, car, ainsi que nous l'avons montré plus haut, la richesse nutritive est proportionnellement beaucoup plus grande dans les cours d'eau étroits que dans les larges rivières.

Pour obtenir le nombre d'alevins que l'on doit mettre au kilomètre dans un cours d'eau de capacité biogénique connue, il suffit donc d'ajouter 5 à la largeur du cours d'eau et de multiplier le résultat par 10 fois la capacité biogénique.

Les nombres représentant les quantités d'alevins se rapportent, comme je l'ai fait remarquer, à des alevins de 5 à 6 mois, les seuls à notre avis qui doivent être employés. — J'estime que par l'emploi de tels alevins, déjà robustes et capables de se défendre, il faut néanmoins encore compter sur un déchet naturel de 50 %. Il doit alors en rester quantité suffisante, en tenant compte du faible chiffre de sujets préexistants, pour tirer le meilleur parti du cours d'eau selon sa capacité biogénique.

C'est ainsi qu'un cours d'eau de 5 mètres de large et de capacité biogénique moyenne (V), par exemple, recevra par kilomètre 500 alevins (de six mois), qui seront réduits à 250 ou 200 au bout d'un ou deux ans. (Ce déchet encore assez considérable a toutefois un bon côté, car il permet, sans détruire l'équilibre biologique du ruisseau, d'effectuer des repeuplements méthodiques tous les ans lorsque cela est nécessaire.) Ces 250 sujets, auxquels s'ajoutent les quelques sujets qui existent naturellement dans le cours d'eau, d'après sa capacité biogénique, devront donc trouver les éléments nutritifs nécessaires à leur croissance dans une surface d'eau de 5.000 mètres carrés, soit environ 15 mètres carrés de surface d'eau par sujet, ce qui est

une proportion plutôt inférieure aux données classiques pour une eau de capacité biogénique moyenne, sans intervention de nourriture artificielle. Nous trouverions de même que pour un cours d'eau de même largeur et de capacité biogénique maxima (X) on doit espérer pouvoir retirer le double, soit 500 sujets, et pour une capacité biogénique minima, seulement 100 sujets.

Or des expériences aussi précises que possible nous ont montré que, au bout de deux ans, les sujets lancés dans les proportions numériques énoncées ci-dessus atteignaient en rivière un poids moyen de 100 grammes, on voit par cela même qu'un cours d'eau d'un kilomètre, de capacité biogénique V et de 5 mètres de large doit rapporter, avec un repeuplement intensif pratiqué tous les ans, de 200 à 250 sujets de 100 grammes, soit 20 à 25 kilogrammes, soit environ 100 francs, une rivière de même largeur et de capacité biogénique VI, 150 francs, etc... Très remarquable est la constatation que j'ai faite cette année que précisément la partie du Furon auquel j'avais attribué depuis longtemps la capacité biogénique VI et qui a justement une largeur de 5 mètres, au-dessus de la commune d'Engins, rapporte environ cette somme de 150 francs par kilomètre tous les ans en Truites pêchées sous la surveillance et le contrôle du Syndicat depuis que nous y pratiquons nos repeuplements méthodiques.

En tenant compte du coefficient de croissance et du déchet numérique ci-dessus mentionnés, on voit qu'il est facile de déduire une formule très simple permettant de trouver en kilogrammes le rendement annuel K d'un kilomètre de cours d'eau à Salmonides rationnellement peuplé, en fonction de sa largeur L et de sa capacité biogénique β.

$$\text{soit } K = \frac{\beta (L + 5)}{2}$$

Lorsque ce rendement est atteint par le peuplement naturel, il est donc superflu et même nuisible de pratiquer le repeuplement artificiel à moins d'accroître de quelque manière la capacité bio-

génique[1]. S'il n'est pas atteint, la différence pourra servir de base à l'évaluation du nombre de sujets de repeuplement à ajouter pour atteindre le rendement normal, en se rappelant, d'après ce qui a été dit plus haut, qu'il faut mettre annuellement au moins 20 alevins de 6 mois pour augmenter le rendement de 1 kilogramme. Ainsi soit K le rendement normal en fonction de la largeur et de la capacité biogénique et K' le rendement actuel d'un cours d'eau en voie de dépeuplement : le nombre d'alevins qu'il faudra ajouter annuellement sera de $20 \times (K - K')$, c'est-à-dire qu'il suffira de multiplier par 20 la différence, exprimée en kilogrammes, qui existe entre le rendement normal et le rendement actuel, pour savoir la quantité d'alevins qui doit être mise annuellement par kilomètre. Notons que ce facteur 20 est un minimum qui pourra être accru sans inconvénient à mesure que K' se rapproche de K, en raison de la destruction autophagique des alevins par les sujets préexistants, destruction d'autant plus grande que ceux-ci sont plus nombreux.

Dans ces conditions et lorsque le peuplement naturel s'effectue sans entraves, il est à peine besoin de dire qu'on aura recours avant tout aux espèces indigènes.

Il est bien entendu une fois pour toutes que ces chiffres ne sont qu'approximatifs et qu'il ne peut en être autrement. Mais au moins ce sont des approximations basées sur des données

---

[1] Au cours d'un récent voyage dans le centre de la France, j'ai eu l'occasion d'étudier la capacité biogénique de quelques-unes de nos belles rivières à Salmonides. Je citerai entre autres le haut cours de la Loire qui est actuellement en rendement rationnel, étant suffisamment peuplé par la reproduction naturelle pour qu'il soit superflu d'y effectuer des déversements d'alevins. En me basant sur ma formule, j'en avais déduit théoriquement un rendement annuel de 100 à 125 kilos au kilomètre. Or, une enquête approfondie auprès des personnes les plus autorisées (secrétaires des sociétés de pêche et pêcheurs professionnels de la localité) m'apprit qu'il était en effet pêché annuellement par kilomètre de 100 à 150 kilos de Salmonides (Truites et Ombres). Ce sont là des rendements généralement insoupçonnés de nos statisticiens, et moi-même je n'aurais jamais songé à un chiffre aussi élevé si l'application de ma formule ne m'y eût conduit. Encore n'était-ce pas sans appréhension que je posai ma question aux pêcheurs dont la réponse me donna une vive satisfaction en confirmant l'exactitude de mes appréciations.

scientifiques et sur des constatations de faits, alors que jusqu'à présent on n'avait sur ce sujet que des données la plupart du temps fantaisistes ou plutôt pas de données du tout.

F. — Le Dossier monographique des cours d'eau.

En possession des réponses de notre questionnaire, on voit combien il devient facile d'établir ensuite ce que nous appelons le dossier monographique hydrobiologique du cours d'eau d'où l'on déduira de suite quelles sont les espèces à y propager avec le plus de succès, les zones et les époques de lancement, la quantité de sujets qu'il peut recevoir sans troubler son équilibre biologique, sa valeur économique et même les moyens à employer pour lutter contre ses causes d'appauvrissement.

Le dossier monographique piscicole indique ainsi, sous une forme concise, toutes les données essentielles nécessaires à la mise en valeur piscicole du cours d'eau, données qui sont ensuite synthétisées dans la carte hydrobiologique qu'il comporte. Ainsi après avoir indiqué l'allure du cours d'eau, sa longueur totale, les communes traversées, les cantonnements forestiers dont il dépend, les affluents qu'il reçoit, son profil en long, le dossier nous fait connaître ses caractères hydrobiologiques piscicoles : caractères physique et chimique de l'eau, largeur moyenne, profondeur moyenne, vitesse moyenne, flore, faune nutritive, capacité biogénique, faune piscicole (cette dernière étudiée avant tout au point de vue biologique et économique), lieux propices aux réserves ou aux lancements d'alevins, frayères, périodes de frai et de remontée des poissons, périodes favorables aux déversements d'alevins, nombre et espèce d'alevins que doit recevoir le cours d'eau, organisation de la pêche, braconnage, etc... Ces données sont ensuite groupées en quelques lignes de « conclusions générales » et les principales d'entre elles sont condensées dans un graphique très simple qui permet de les envisager d'un seul coup d'œil.

Il est superflu d'insister sur l'utilité et même la nécessité de

tels dossiers dont nous donnons un exemple concret plus loin pour le Furon et le Ruisset, accompagné d'une carte hydrobiologique. Grâce à eux on pourra seulement éviter ces gaspillages d'alevins qui, souvent déversés trop jeunes, trop nombreux et sans discernement dans des eaux ou des stations défavorables, sur la seule demande des communes et sans autre contrôle scientifique, n'aboutissent qu'à de lamentables et décourageantes hécatombes, sacrifices inutiles de temps et d'argent; alors que, basés sur des données scientifiques précises, des déversements mieux mesurés, beaucoup moins importants et par conséquent moins onéreux donneraient à coup sûr des résultats satisfaisants ainsi que nous en faisons ici journellement l'expérience.

III

LES CARTES HYDROBIOLOGIQUES PISCICOLES

L'ensemble des documents dont la connaissance est essentielle pour la mise en valeur des eaux ne pouvait être synthétisé d'une façon plus pratique que sous la forme d'une carte qui présente en outre cet avantage fondamental de montrer la position exacte des données intéressantes au point de vue piscicole : répartition de la faune piscicole le long du cours, largeur, profondeur, capacité biogénique, zones de frayères, zones favorables au lancement, obstacles naturels et artificiels, etc... C'est pourquoi il était de toute nécessité que les dossiers monographiques fussent accompagnés d'une carte hydrobiologique piscicole pouvant donner immédiatement à son simple examen tous ces renseignements.

L'établissement de telles cartes piscicoles a déjà été réclamé maintes fois par mon collègue Roule et moi-même et nous en avons, à différentes reprises, démontré la nécessité absolue si l'on veut arriver à une exploitation méthodique et sérieuse de nos eaux ouvertes.

En France, M. Bénardeau a déjà publié, dans son intéressante étude sur le Saumon dans le bassin de la Loire, des cartes fort expressives et des plus instructives à consulter au sujet de cette question spéciale. Sans vouloir faire ici la bibliographie de la question, je rappellerai que, en Allemagne, on possède déjà pas mal de cartes piscicoles, notamment celles de Eckstein (Fischerei-Verhältnisse der Provinz Brandeburg). Mais ces cartes ne notent que la répartition de quelques espèces communes de poissons sans autres indications hydrobiologiques. Nous estimons que de tels documents doivent être plus complets et comporter tous les renseignements essentiels que nous avons énumérés ci-dessus et qui ne peuvent d'ailleurs être consignés d'une façon précise que sur une base géographique.

A cet effet nous avons donc entrepris la publication de cartes hydrobiologiques piscicoles des cours d'eau des Alpes en les étudiant par bassins ou groupe de bassins selon l'importance de ceux-ci.

En raison des nombreux signes abréviatifs qu'elles comportent, il nous a paru nécessaire d'établir ces cartes à une assez grande échelle afin d'en rendre la lecture facile. Nous avons adopté l'échelle de 1/50.000ᵉ au moins pour les cours d'eau dont la plus grande longueur de bassin (à vol d'oiseau) n'est pas trop considérable (20 à 30 kilomètres environ). Au delà de ces limites les cartes étant trop grandes, nous adopterons une échelle moindre (1/100.000ᵉ ou 1/200.000ᵉ) et même plus réduite encore selon la longueur du cours d'eau. Du reste pour les grands cours d'eau ou les cartes d'ensemble d'un grand bassin, forcément moins détaillées, les signes abréviatifs s'espacent davantage et l'inconvénient qui résulte de l'emploi d'une trop petite échelle disparaît.

Les signes abréviatifs des cartes hydrobiologiques piscicoles.

Nous avons adopté tous les signes abréviatifs de la nouvelle carte de France au 1/50.000ᵉ qui nous étaient nécessaires pour

l'établissement de nos cartes, mais il nous a fallu en créer un certain nombre d'autres pour le but spécial que nous envisageons. Les indications que comportent nos cartes hydrobiologiques se rapportent :

1° A la Topographie générale et aux renseignements divers concernant l'Administration des Eaux et Forêts (en noir).

2° A l'Hydrographie proprement dite dans ses rapports avec le poisson et l'économie du cours d'eau (en bleu).

3° Aux Poissons et à la Pisciculture (en rouge).

1° Topographie générale.

(Voir la feuille des signes abréviatifs.)

Les indications concernant la Topographie générale (en noir) se rapportent aux limites territoriales, à l'indication des localités, des cotes d'altitude, des voies d'accès au cours d'eau (en distinguant celles praticables à l'automobile si utile pour le transport des alevins, celles praticables seulement aux voitures légères et enfin les sentiers muletiers), des maisons forestières et des sièges de cantonnement, d'inspection ou de conservation des Eaux et Forêts.

2° Hydrographie dans ses rapports avec le poisson.

Tous les signes qui concernent l'eau sont en bleu. Les caractères de la source et ceux du cours d'eau sont indiqués par des signes particuliers ainsi qu'on le verra en parcourant la feuille des signes. Nous avons particulièrement insisté sur les obstacles naturels, les variations de régime (assèchements temporaires) si funestes au poisson et qui annulent en quelque sorte la valeur piscicole d'un cours d'eau. A ce sujet nous avons indiqué par des signes différents les portions de cours d'eau fréquemment asséchées, rarement asséchées et notamment les portions qui, bien que d'un régime régulier, sont industrialisées ou grevées de servitudes (par exemple encloses dans des propriétés

privées) au point qu'elles sont totalement impropres à la Pisciculture publique. Dans les Alpes beaucoup de portions de cours d'eau sont dans ce cas et il est de première importance de les connaître et d'en indiquer l'étendue.

Les servitudes d'un cours d'eau susceptibles d'influencer son régime piscicole sont industrielles, agricoles ou ménagères. Elles comportent les barrages franchissables ou infranchissables, les grilles et en général tous les obstacles que crée l'installation des industries hydromotrices. En ce qui concerne les moulins ou autres établissements à hydromoteurs, nous avons adopté deux signes différents selon que leur dispositif s'oppose ou non à la remontée des poissons. Enfin les déversements industriels nocifs sont soigneusement indiqués par une croix noire cerclée placée le long du cours d'eau à leur position précise.

La carte porte également l'indication des cascades naturelles franchissables ou infranchissables pour les Salmonides, des échelles à poisson, enfin l'indication $\frac{L}{P} = \frac{\text{Largeur moyenne}}{\text{Profondeur moyenne}}$ et de la capacité biogénique en chiffres romains (de I à X) selon l'échelle de capacité que j'ai proposée dans le chapitre précédent, ces deux derniers facteurs étant les plus importants pour la pratique et l'estimation du repeuplement du cours d'eau.

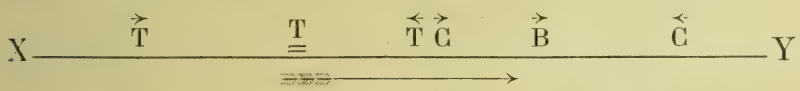
3° Poissons et Pisciculture.

Tout ce qui concerne la faune ichthyologique, la pisciculture et le repeuplement des eaux est en rouge.

Ainsi la position des zones de frayère, dont la surveillance est si importante au moment de la reproduction des Truites, est indiquée le long du cours d'eau par des points rouges. Ces zones sont également très propices au lancement d'alevins. De même les zones qui n'offrent pas de frayères, mais qui néanmoins sont propices aux déversements d'alevins, sont marquées de petites croix rouges placées le long du cours d'eau du côté le plus favorable à l'opération.

Les localités où existe un établissement de pisciculture, soit de simple élevage, soit d'élevage et de production d'œufs ou d'alevins sont indiquées par un signe spécial. De même les villes qui sont le siège d'une société de pisciculture ou de repeuplement.

Enfin les diverses espèces de poissons qui habitent le cours d'eau sont indiquées chacune par une lettre abréviative et les limites d'extension et de répartition de chacune d'elles sont exprimées par une flèche surmontant la lettre abréviative et dont la pointe est tournée vers la portion du cours d'eau habitée par l'espèce considérée. De cette façon la simple inspection de la carte permet de se rendre compte de la zone de répartition de chaque espèce de poisson dont la fréquence est en outre indiquée par un ou deux traits placés sous la lettre abréviative.



Ainsi soit X Y, un cours d'eau coulant de X vers Y. La lettre $\overrightarrow{B}$ avec sa flèche à pointe tournée vers l'embouchure nous apprend que le Barbeau remonte quelque peu le cours d'eau et disparaît en $\overrightarrow{B}$. $\overrightarrow{C}$ nous indique que le Chabot qui est apparu en $\overleftarrow{C}$ disparaît en $\overrightarrow{C}$, sa zone de répartition étant comprise entre ces deux signes. De même pour la Truite qui commence en $\overleftarrow{T}$ et disparaît en $\overrightarrow{T}$, étant très commune vers le milieu de sa zone de répartition en $\underline{\underline{T}}$.

Et ainsi nos cartes hydrobiologiques piscicoles synthétisent tous les renseignements essentiels concernant la pêche et la mise en valeur piscicole des eaux.

Elles constituent, avec le dossier monographique qui s'y rattache, les documents fondamentaux dont la connaissance doit être exigée du personnel auquel sont confiées l'administration et la surveillance de notre domaine des eaux. Il n'est pas admissible, en effet, que le personnel des Eaux et Forêts, auquel incombe cette mission, soit dans l'ignorance de la valeur exploitative de ce domaine alors que pour ce qui concerne les forêts de l'Etat, la moindre parcelle est connue et relevée de façon précise et que

chaque arbre qu'elle renferme est soigneusement enregistré et a pour ainsi dire son état civil. Ce que nous avons fait pour le domaine forestier il faut le faire pour le domaine aquicole si l'on veut arriver à en tirer le rendement qu'on doit en attendre.

IV

ORGANISATION ADMINISTRATIVE DU REPEUPLEMENT DANS L'ISERE

C'est dans cette voie que nous avons dirigé nos efforts ici, dans la 14e Conservation, en accord parfait avec l'Administration des Eaux et Forêts qui nous a toujours prêté le concours le plus dévoué et le plus efficace. Pour un certain nombre de nos cours d'eau de la région, nous sommes déjà en possession des dossiers monographiques énoncés ci-dessus, bien que nos ressources ne nous aient pas encore permis de les publier. C'est en nous basant sur ces documents que nous procédons chaque année aux repeuplements et de la façon suivante :

Les demandes d'alevins émanant des communes, des sociétés de pêche ou des particuliers, ou proposées par l'Administration des Eaux et Forêts ou le service du Laboratoire de Pisciculture, sont reçues au siège de la Conservation, tous les ans, jusqu'au 1er avril. A cette époque une commission de répartition, présidée par le Conservateur des Eaux et Forêts et composée : 1° des inspecteurs des Eaux et Forêts dont les cantonnements comprennent des cours d'eau, objet de demande; 2° du Directeur du Laboratoire de Pisciculture; 3° de Présidents des Sociétés de repeuplement de la région; 4° d'un membre du Conseil général, se réunit et effectue les répartitions quantitatives et qualitatives des alevins entre les demandeurs, au prorata de la quantité disponible, en se basant sur les dossiers monographiques et les cartes piscicoles des cours d'eau et sur les attributions des années précédentes.

Une large initiative est laissée à l'Administration des Eaux et Forêts et au service du Laboratoire de Pisciculture qui, après étude préalable, décident de repeupler tel ou tel cours d'eau appauvri qui leur paraît éminemment propice, quand bien même les communes ne s'y seraient pas intéressées.

Le transport et la mise à l'eau des alevins qui constituent souvent, en montagne, la partie la plus onéreuse de l'opération, sont à la charge des demandeurs (communes, sociétés ou particuliers).

Il est à peine besoin de faire remarquer que le point le plus important du *modus faciendi* est la précision à laquelle on arrive dans la détermination de la quantité et de la qualité d'alevins qui doivent être attribués à chaque demandeur auquel, en outre, on indique les endroits favorables au déversement.

Ainsi une commune fait une demande d'alevins pour tel cours d'eau. La demande est instruite par l'Administration des Eaux et Forêts dont l'agent n'a qu'à répondre à un questionnaire très simple, d'un modèle unique, destiné à compléter les données des dossiers monographiques en ce qui concerne surtout les facteurs variables ou temporaires.

A savoir :

Quelle est la longueur du cours d'eau sur le territoire de la commune considérée?

Le cours d'eau est-il permanent ou présente-t-il des parties susceptibles de sécher pendant l'été?

Quelle est l'époque des plus fortes eaux et des plus basses eaux?

Position précise des déversements nocifs, d'installations récentes. Nature de ces déversements.

Le cours d'eau est-il en voie de dépeuplement? A-t-il déjà reçu des alevins les années précédentes, en indiquer s'il est possible l'espèce et la quantité.

Epoques et lieux les plus favorables au déversement.

Tous les autres renseignements nécessaires sont alors fournis

par la consultation du dossier monographique et de la carte hydrobiologique du cours d'eau considéré, qui nous indiquent immédiatement la longueur totale du cours d'eau, sa largeur et sa capacité biogénique moyenne, les servitudes du cours d'eau, son caractère biologique, sa température, sa richesse piscicole et les espèces de poissons qu'il renferme, etc..., etc... De tous ces renseignements il est facile de déduire avec toute la précision désirable le nombre et l'espèce d'alevins qu'elle devra recevoir, les lieux et l'époque favorables au lancement, etc...

Tels sont les principes d'après lesquels il nous a paru qu'il était nécessaire de se guider pour introduire, dans cette importante question de la mise en valeur de notre domaine des eaux à Salmonides, une méthode scientifique sans laquelle on marche vers un inconnu qui se traduit la plupart du temps par insuccès et sacrifices inutiles.

En les appliquant, les résultats que nous avons obtenus ici en Dauphiné sont tels qu'il n'y a qu'une voix pour en reconnaître la valeur et nous encourager à persévérer. J'ai montré plus haut par des chiffres que nous avons pu augmenter jusqu'au décuple le rendement de certains de nos cours d'eau. Nous avons la conviction qu'il en serait de même pour toute autre région à Salmonides et, dans un autre ordre d'idées, les mêmes principes seraient également applicables avec quelques variantes aux rivières à Cyprinides. Le repeuplement, a dit avec raison mon collègue le professeur Roule, est obligé de se conformer aux règles biologiques, sinon il ne donnera qu'insuccès. Aussi souhaitons-nous vivement que le gouvernement qui a le devoir de ne pas négliger une source de revenus aussi faciles et aussi importants s'intéresse à nos efforts et mette à l'étude un projet de mise en valeur de nos eaux basé sur les données scientifiques découlant de leur connaissance topographique, économique et surtout hydrobiologique, données qui sont rendues très pratiquement consultables une fois condensées dans des dossiers monographiques avec carte piscicole tels que celui dont nous donnons ci-dessous un exemple.

DOSSIERS PISCICOLES DES COURS D'EAU ALPINS

Par M. Louis LÉGER,
Directeur du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble.

INTRODUCTION

Sous le titre général de Dossiers piscicoles des Cours d'eau des Alpes, le Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble commence aujourd'hui, sous la direction du professeur L. Léger, la publication des documents biologiques et hydrographiques relatifs à chaque cours d'eau et à ses affluents, en se plaçant très particulièrement au point de vue de leur mise en valeur piscicole. Toutes les données relatives à l'exploitation piscicole des cours d'eau, tous les renseignements qu'il est nécessaire de posséder pour en apprécier la valeur et en retirer le meilleur rendement ont été ici rassemblés et sont présentés avec ordre de façon à les rendre très faciles à consulter.

Lorsque le cours d'eau présente sur son parcours une ou plusieurs portions dont les caractères orographiques et biologiques sont différents au point d'imprimer à celles-ci une valeur économique particulière nécessitant pour elles un mode d'exploitation différente, ce qui est fréquent par exemple dans les régions montagneuses, il a été sectionné en « tronçons biologiques » qui sont étudiés successivement dans la monographie aux divers points de vue énumérés plus haut. Il est bien entendu que la division en tronçons biologiques est purement idéale et la division en

tronçons ainsi que les limites de ceux-ci sont toujours indiquées au début de la monographie.

A chaque monographie est jointe une carte hydrobiologique piscicole à une échelle aussi grande que possible et indiquant pour les diverses régions du cours d'eau la largeur et la profondeur moyenne, les poissons qui s'y rencontrent avec leur ordre de fréquence, la capacité biogénique (valeur nutritive au point de vue piscicole), les zones de frayères et les endroits les plus propices au lancement des alevins, les obstacles naturels ou artificiels entravant la circulation du poisson, la position des déversements industriels nocifs, les parties grevées de servitudes industrielles ou autres et en conséquence impropres à la pisciculture, les parties susceptibles de sécher en été, etc..., bref, toutes les données dont la connaissance est nécessaire pour la mise en valeur rationnelle et méthodique des cours d'eau.

De telles cartes hydrobiologiques piscicoles nécessitent un grand nombre de signes abréviatifs que nous avons dû pour la plupart créer en empruntant toutefois ceux de la nouvelle carte de France au 1/50.000e que nous avons pu utiliser.

L'explication de ces signes, ainsi que celle de toutes les lettres indicatrices des espèces de Poissons, est donnée dans un petit livret joint à chaque carte.

L'exposé détaillé des diverses considérations auxquelles donnent lieu l'établissement de ces monographies ainsi que leur utilisation dans la pratique du repeuplement et de la mise en valeur des eaux, a été donné précédemment dans l'article fondamental du professeur Léger, publié dans le fascicule I (1910) des *Travaux du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble*, sous le titre de « Principes de la méthode rationnelle du peuplement des cours d'eau à Salmonides ».

MONOGRAPHIE HYDROBIOLOGIQUE PISCICOLE DU FURON

PAR L. LÉGER

LE FURON

(Affluent rive gauche de l'Isère)

Rivière torrentueuse non navigable, non flottable ; longueur totale 18 kil. 500.

Communes traversées : *Lans*, *Engins*, *Sassenage* (département de l'Isère).

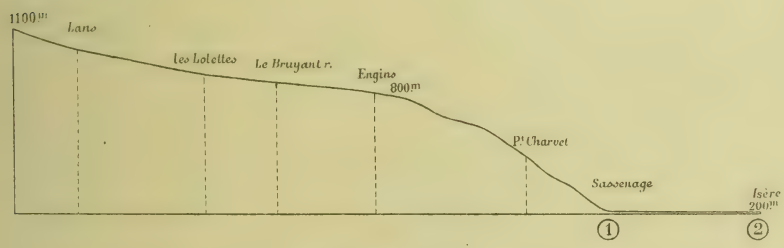
14e Conservation des Eaux et Forêts. Inspection de Grenoble-Ouest. Cantonnement : Villard-de-Lans.

Affluents[1] : Rive gauche : g^1 *Ruisseau des Jailleux.*

Rive droite : d^1 *Le Bruyant*, d^2 *Le Vivier*, d^3 *Le Canal des Saulnes.*

Source à l'altitude de 1.100 mètres sur la commune de Lans.

Embouchure dans l'Isère à l'altitude de 200 mètres sur la commune de Noyarey.



Profil en long du Furon.
1 : 160.000 (L.) et 1 : 40.000 (H.)
1 Limite aval du tronçon n° 1. 2 Limite aval du tronçon n° 2 et correspondant à l'embouchure du Furon dans l'Isère.

[1] Les affluents sont énumérés de la source vers l'embouchure : g^1, g^2, g^3... 1er, 2e, 3e affluent de la rive gauche ; d^1, d^2, d^3... 1er, 2e, 3e affluent de la rive droite en partant de la source.

Tronçonnement biologique.

Le Furon est divisible en deux tronçons :

Tronçon n° 1. — De la source au village de Sassenage. Allure de torrent de montagne entrecoupé de cascades. Faune piscicole exclusive : Truite.

Tronçon n° 2. — Du village de Sassenage à l'embouchure. A cours régulier assez rapide en plaine. Faune piscicole mixte : Truite et Cyprinides.

TRONÇON N° 1.

(De la source à Sassenage.)

Caractère de torrent de montagne à cours rapide et irrégulier entrecoupé de cascades.

Physionomie biologique et valeur piscicole des diverses parties du tronçon.

Source. — Le Furon prend sa source à 1100 mètres d'altitude, dans la prairie vallonnée de Magdelen, au sud du village de Furon, sur le territoire de la commune de Lans. Le sous-sol tourbeux de cette prairie, couverte de neige pendant quatre mois de l'année, donne naissance à une source en filets de très faible débit à laquelle viennent s'adjoindre bientôt les eaux provenant des sources de Jailleux, en amont de Lans, et qui donnent dès lors au Furon un débit assez considérable.

Les sources de Jailleux, qui constituent ainsi l'élément de beaucoup le plus important des sources du Furon, sont aménagées en bassins de Salmoniculture sous la direction de M. Paul Giraud et l'un de ces bassins est aménagé par le Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble à titre de bassin d'essai.

Le débit moyen des sources de Jailleux est de 400 litres à la minute. Leur température varie de 16° à 5°.

Les Salmonides y viennent bien, mais avec une croissance assez lente. Le meilleur rendement a été obtenu jusqu'ici avec le

Saumon de fontaine puis la Truite arc-en-ciel. La Truite indigène reste nettement en arrière.

La faune naturelle des bassins directement alimentés par les sources est représentée par la Crevette d'eau douce (Dominante), malheureusement presque toujours infestée par les Cyathocéphales qu'elles transmettent aux Truites, par de nombreuses larves de Diptères (Tanypes, Chironomes, Tipulides), des larves de Phryganéïdes (*Drusus, Agapetus, Plectrocnemia*), quelques Limnées et, par places, des *Tubifex*[1]. La capacité biogénique moyenne de ces bassins est de IV.

Des sources du Furon aux Lolettes. — La Truite commence à apparaître dans le Furon au confluent des sources de Jailleux; mais jusqu'aux Lolettes divers moulins ou barrages rendent le cours d'eau peu important et fort variable, sans grand intérêt piscicole. Sur ce trajet d'une longueur d'environ 4 kilomètres le Furon est un petit ruisseau d'une largeur moyenne de 1 mètre à 1 m. 50 et de très faible profondeur, coulant d'abord entre les prairies, puis un peu encaissé, avec lit de cailloux, et présentant çà et là quelques bancs frayères. Mais l'étroitesse du lit, la trop faible profondeur de l'eau, la variabilité du débit et les obstacles industriels (moulins, barrages) rendent cette portion peu propice au repeuplement et à une mise en valeur méthodique et rationnelle. La capacité biogénique est néanmoins assez élevée (V) pour que les Salmonides y trouvent un développement rapide.

Des Lolettes à Engins. — Le Furon, grossi de nombreuses sources et d'un affluent (d' le Bruyant) plus important que lui, revêt peu à peu les caractères typiques d'un torrent à Truite, de grande valeur nutritive et semé de nombreuses frayères. C'est, dans cette partie de son cours, une des rivières à Salmonides les plus intéressantes de la région des Alpes. Aussi étudierons-nous méthodiquement ses principales caractéristiques piscicoles.

---

[1] V. l'étude détaillée des Bassins d'Essai des Jailleux dans *Travaux du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble*, 1909, fasc. 1.

Largeur moyenne : 3 mètres (des Lolettes au Bruyant); 5 mètres (du Bruyant à Engins).

Profondeur moyenne : 0 m. 40.

Température variant de 7° (hiver et printemps) à 15° (été et automne).

Cours d'eau ne gelant jamais même par les hivers rigoureux.

Vitesse régulière rapide (torrent).

Pas d'obstacles à la circulation du poisson dans toute cette partie du tronçon.

Fond calcaire de couleur gris clair ou verdâtre formé de cailloux assez gros parsemés de quelques blocs de rocher.

Peu ou point de flore de fond, sauf quelques Hépatiques sur les bords et des algues (Hydrures) sur les pierres du fond.

Eau du type calcaire, limpide, de couleur légèrement verdâtre sur fond gris clair.

En cas de charriage, à la fonte des neiges seulement, l'eau légèrement trouble se charge d'un limon grisâtre, argilo-calcaire.

Bords en pente douce tapissés de prairies naturelles, parsemées de rochers émergeant.

Les vents dominants soufflent à contre courant dans la haute vallée du Furon et sont relativement peu favorables à l'apport de nourriture terrestre surtout dans cette partie où les bords sont peu ou pas boisés.

Faune nutritive du cours d'eau. — Par ordre de fréquence se rencontrent des larves de Phryganéïdes : *Drusus* et *Odontocerum*, surtout à fourreaux de pierres; *Hydropsyche; Rhyacophila; Stenophylax; Micropterna; Philopotamus;* puis la Crevette (*Gammarus pulex*); les larves d'Ephémérides : *Bœtis, Ephemerella, Ephemera;* les larves de Perlides : *Nemoura, Perla;* de nombreuses petites larves de Diptères où dominent le genre *Tanypus, Simulium* et quelques *Tipula*. A signaler en outre de minuscules Coléoptères aquatiques : *Elmis eneus* et *Helodes minuta*, communs sous les pierres à l'état de larve et d'image, mais d'importance bien minime au point de vue qui nous occupe.

La Dominante de faune nutritive est représentée dans cette partie du Furon, comme du reste dans tout le tronçon n° 1, par les larves de Phryganeïdes (surtout *Drusus*). Viennent ensuite les Perlides (Némoures surtout), les Ephémérides puis les Crevettes. L'étude du contenu stomacal de nombreuses Truites du Furon, faite au printemps, montre que ce sont surtout les Phryganeïdes, les Perlides et les larves de Diptères qui dominent. Les Crevettes, bien que assez communes, paraissent moins recherchées, peut-être parce que, en l'absence de flore aquatique, les Truites ont plus de difficulté à les capturer.

L'ensemble des conditions biologiques de cette région du cours d'eau nous porte à lui attribuer une capacité biogénique de VI.

En conséquence et en appliquant notre formule, le Furon pourra recevoir dans son parcours, des Lolettes à l'embouchure du Bruyant, 480 alevins de 6 mois au kilomètre, et dans son parcours du Bruyant à Engins, 600 alevins au kilomètre.

Faune piscicole. — La faune piscicole est exclusivement représentée par la Truite indigène (*Trutta fario* L.) qui atteint un poids moyen de 100 grammes à la fin de la deuxième année.

Il faut aujourd'hui y ajouter le Saumon de fontaine qui, acclimaté à la suite des essais effectués par le Laboratoire, s'y développe fort bien (80 à 100 gr. en deux ans) et s'y pêche aujourd'hui couramment.

La Truite du Furon, de coloration gris jaunâtre, avec souvent de larges taches foncées, est d'un goût très fin, de chair non saumonée. La plupart des exemplaires hébergent des Cyathocéphales (transmis par les Crevettes) et des Distomes.

Tout le parcours des Lolettes à Engins est semé de nombreuses frayères et constitue la région de choix pour le déversement d'alevins, surtout entre les Lolettes et le Bruyant où le cours est moins torrentueux et présente çà et là quelque végétation aquatique.

La période la plus favorable aux déversements d'alevins est en juin, après la fin des crues résultant de la fonte des basses neiges de la vallée.

Pêche. — La seule pêche pratiquée dans cette partie du Furon est la pêche à la ligne.

La Truite est pêchée soit à la mouche artificielle, soit à la ligne plombée amorcée aux larves de Phryganeïdes (*Stenophylax, Anabolia*, vulg. vers d'eau, *Ecdyurus*, vulg. Patache) ou au ver de terre.

Le poids des sujets pêchés le plus fréquemment varie de 80 à 200 grammes.

Le droit de pêche est entre les mains d'un syndicat de riverains qui pratique une surveillance sérieuse et délivre des permis de pêche pour une journée au prix de 1 franc.

Malgré cette surveillance le braconnage y exerce trop souvent ses ravages en empoisonnant les remous ou les étroits du cours d'eau avec la chaux vive ou l'hypochlorite de chaux.

D'Engins à Sassenage. — C'est-à-dire jusqu'à la limite aval du tronçon n° 1, le Furon, avec un cours plus accidenté que plus haut, présente malheureusement une tare industrielle fort grave. Ses eaux, retenues à Engins par un barrage destiné à alimenter successivement deux usines hydro-électriques situées plus bas (v. la carte), ne lui sont rendues qu'à une faible distance en amont de Sassenage, dans les gorges, au-dessous du village des Côtes.

Il en résulte que pendant les fortes sécheresses toute cette partie du cours du Furon, d'une longueur d'environ 5 kilomètres, est à sec ou à peu près. En conséquence elle doit être considérée comme de valeur nulle au point de vue de l'exploitation piscicole.

On y pêche néanmoins encore quelques Truites tant que l'eau y circule et même en forte sécheresse où le poisson se réfugie dans les gours où persiste l'eau.

Toute cette partie du Furon est fort accidentée, entrecoupée de cascades et de rapides la plupart franchissables et de profonds encaissements qui constituaient des refuges protecteurs de premier ordre pour la Truite lorsque le cours d'eau n'était pas asservi.

La servitude industrielle, par ses asséchements intermittents, a notablement fait baisser la capacité biogénique de cette partie qui est seulement de IV, avec dominantes Phryganeïdes, puis Crevettes et larves de Simulies. Les bords souvent ombragés, parfois profondément encaissés, doivent également fournir pas mal de nourriture terrestre. Malheureusement cette portion, qui était autrefois la meilleure, est devenue sans intérêt pour une mise en valeur aquicole en raison de son asséchement périodique.

Ce n'est, en effet, que dans les pittoresques gorges de Sassenage, à une faible distance en amont de cette localité, que les eaux du Furon lui sont restituées. Le torrent coule alors en cascades impétueuses, dont trois infranchissables, entremêlées de grands gours dans lesquels la Truite vient fort bien et retrouve alors sa richesse piscicole première. Dans ce parcours tumultueux le Furon reçoit, rive droite, les eaux assez abondantes qui sortent des célèbres « Cuves de Sassenage », lesquelles s'écoulent par une branche torrentueuse que l'on désigne dans le pays sous le nom de « Germe » et dans laquelle remontent quelques Truites.

Grossi du Germe, le Furon va présenter désormais un débit constant et assez considérable, et après deux hautes cascades infranchissables à la remontée pour les Truites, il prend désormais, au village même de Sassenage, une allure plus paisible et un caractère piscicole différent. Là commence le tronçon n° 2.

TRONÇON N° 2.

(De Sassenage à l'embouchure.)

Caractère de rivière à cours régulier assez rapide, en plaine.

Physionomie biologique et valeur piscicole des diverses parties du tronçon.

A. **De Sassenage à la Rollandière** (confluent du canal des Saulnes). — Le Furon coule dans son lit naturel longé, par places, de

petites digues destinées à régulariser son cours, devenu désormais plus tranquille et dépourvu d'obstacle. Aussi, à la Truite viennent se joindre quelques Cyprinides remontant facilement de l'Isère et notamment la Suiffe et le Brochet pour ne citer que ceux de certaine valeur économique. Le Chabot est également extrêmement commun à partir de la dernière cascade infranchissable, en amont de Sassenage. Dans ce trajet le Furon reçoit ses deux derniers affluents rive droite : d^2 le Vivier, d^3 le Canal des Saulnes. Dès qu'il a reçu ce dernier, il devient alors jusqu'à son embouchure un magnifique canal d'une grande valeur piscicole, le Canal du Furon, qui constitue la deuxième et dernière partie du tronçon n° 2.

Largeur moyenne : 10 mètres.

Profondeur : va en augmentant depuis Sassenage (0 m. 40) jusqu'à la Rollandière (1 m. 50). Elle est accrue au printemps à la fonte des neiges, et en automne, à la saison des pluies.

Température : variant de 3° (en hiver) à 18° (en été).

Vitesse régulière assez rapide avec quelques remous.

Pas d'obstacles à la circulation du poisson.

Fonds de sable et cailloux de couleur jaune clair ou blanchâtre.

Flore de fond, par places, constituée par des touffes de Potamots et d'*Helodea* hébergeant de nombreuses Crevettes et larves d'Ephémérides.

Eau ordinairement limpide avec les mêmes caractères que plus haut.

Bords en pente douce, prairies, cultures, digues gazonnées ou empierrées.

Vents dominants obliques ou perpendiculaires au courant, favorables à l'apport de nourriture terrestre.

Faune nutritive du cours d'eau. — Vairons, Suiffes, Chabots, Loches, Crevettes, larves d'Ephémérides. Dominantes : Larves de Phryganéïdes à fourreaux de petites pierres (*Drusus*); puis Crevettes.

Capacité biogénique VI, ce qui, pour sa largeur de 10 mètres, lui permet de recevoir une moyenne de 900 alevins de Salmonides au kilomètre. Les espèces les plus propices seraient ici la Truite indigène et la Truite arc-en-ciel.

Faune piscicole. — Truite indigène assez commune mais plus difficile à pêcher que plus haut, parce que beaucoup plus découverte; Suiffe (*Squalius agassizii*), parfois désignée ici sous le nom d'Ablette, pêchée à la ligne à l'asticot, ou à l'épervier. Brochet, rare dans cette portion. Chabot, très commun surtout à Sassenage même, à partir du moulin où il se reproduit abondamment mais est pêché sans mesure et par conséquent en voie de diminution. Ce sont là les seules espèces ayant quelque intérêt économique que l'on rencontre dans cette portion du tronçon. On peut y ajouter le petit Vairon (*Phoxinus lævis*), assez commun vers la Rollandière, et la Loche (*Cobitis barbatula*), qui constituent un excellent appoint à la nourriture de la Truite, et la grande Lamproie (*Petromyzon marinus*), qui remonte parfois jusque-là, en juillet, mais en nombre insignifiant. La petite Lamproie ou Lamprillon (*Petromyzon Planeri*) se rencontre aussi assez fréquemment dans le sable vaseux en amont de la Rollandière.

Tout ce parcours est semé de nombreuses frayères, peu sûres toutefois pour la Truite, car les bords du cours d'eau sont très fréquentés et le poisson y est constamment traqué ou dérangé. Bonnes places pour le lancement d'alevins.

Pêche. — La pêche, qui est libre dans cette partie du tronçon et simplement soumise aux règlements généraux, se pratique comme dans la haute partie du Furon : à la ligne pour la Truite et la Suiffe. Parfois au filet, épervier ou tramail. Le braconnage y est moins fréquent que plus haut à cause de la proximité des gendarmes.

B. **De la Rollandière à l'embouchure.** — C'est la portion canalisée désignée sous le nom de *Canal du Furon*, qui commence

au point où le Furon reçoit son dernier affluent rive droite, le Canal des Saulnes.

C'est la région la plus riche de tout le cours d'eau.

D'une longueur de 2 kilomètres, avec un cours rectiligne régularisé par une canalisation à berges en pente rapide, le Canal du Furon présente des caractères piscicoles à peu près homogènes sur tout son parcours.

Largeur : 12 à 13 mètres.

Profondeur : 1 mètre au maximum.

Température ne dépassant guère 17 à 18°.

Vitesse régulière assez rapide (40 à 50 m. à la minute).

Fonds de terre caillouteuse ou sable, avec de nombreux îlots bien fournis de plantes aquatiques (surtout Potamots et *Helodea*) et quelques grosses pierres abris sur les bords.

Vents dominants à contre-courant sans grande action sur la valeur nutritive du cours d'eau.

Eau limpide. Couleur dominante du fond : gris clair.

Faune nutritive. — Le Canal du Furon est riche en éléments nutritifs. Outre quelques Vairons, Loches et Suiffes, on y rencontre la Crevette de plus en plus fréquente et qui devient la dominante; à celle-ci s'adjoignent de nombreuses larves de Phryganeïdes (*Drusus, Odontocerum, Anabolia, Goera, Limnophilus*), des larves de Diptères (Simulies, Chironomes), d'Ephémérides (*Boetis, Ephemera*). Dominante : Crevettes.

Vers la partie terminale de son cours, le Canal du Furon ralentit sa vitesse et la faune des eaux plus tranquilles apparaît avec *Nephelis*, larves d'Agrions, Planaires, etc. Le fond du lit devient vaseux et les bords recouverts de végétation. Cette dernière partie du cours serait ainsi propice à l'acclimatation du Gardon (*Leuciscus rutilus*), qui a donné de bons résultats plus haut dans le Drac, aux environs de Pont-de-Claix.

La capacité biogénique du Canal du Furon est assez élevée : VII, ce qui nous indique qu'il peut nourrir annuellement 1.200 alevins au kilomètre, soit 2.500 pour toute sa longueur.

Sur toute sa longueur le canal présente des frayères naturelles pour la Truite et par conséquent des endroits propices au déversement d'alevins.

Les espèces les plus propices à un meilleur rendement sont la Truite indigène et la Truite arc-en-ciel. Cette dernière, qui a été introduite dans le bas Furon dans ces dernières années, s'y développe avec une rapidité bien supérieure à celle de la Truite indigène.

L'époque la plus favorable au déversement est la fin de mai ou le courant de juin.

Faune piscicole. — Dans le canal domine de beaucoup la Truite qui en constitue presque à elle seule le revenu. Cependant on y capture également quelques Barbeaux, Suiffes, Brochets et Meuniers. Outre ces poissons, les seuls qui aient une valeur économique, on rencontre encore la petite Loche (*Cobitis barbatula*), le Vairon (*Phoxinus lævis*), le Chabot (*Cottus gobio*), plus rarement la Lote à la montée sexuelle (hiver), et (en juillet) la grande Lamproie déjà signalée plus haut.

Le rendement du canal en Truites, un des plus forts qu'il nous soit donné de constater dans les Alpes et bien supérieur au rendement normal en raison des éléments migrateurs venant directement de l'Isère, est d'environ 100 kilogrammes au kilomètre, soit 5 à 600 francs par kilomètre. C'est aussi pour nous un des plus instructifs, car il nous permet d'entrevoir quelle somme importante de revenus pourrait constituer les nombreux cours d'eau qui sont dans des conditions similaires.

Pêche. — Pêche à la mouche artificielle et au filet.

Le droit de pêche dans le Canal du Furon appartient au Syndicat dit « de Comboire à l'Echaillon » qui le loue à un pêcheur exploitant pour une somme annuelle qui s'élève actuellement à 350 francs.

Affluents du Furon.

Rive gauche.

G¹. Ruisseau de Jailleux.

C'est simplement l'émissaire des bassins des sources de Jailleux qui, après un court trajet, conduit au Furon les eaux abondantes des sources. C'est un étroit canal cheminant entre les maisons et les jardins, traversant la route, et sans aucun intérêt piscicole si ce n'est que par son intermédiaire un certain nombre d'alevins et même de sujets d'élevage échappés des bassins piscicoles de Jailleux gagnent le Furon et contribuent ainsi au repeuplement de la partie supérieure du cours.

Rive droite.

D¹. Le Bruyant.

Affluent important du Furon qui, sur un parcours de 1 kil. 800, atteint vers son confluent une largeur moyenne de 5 mètres, c'est-à-dire supérieure à celle du Furon lui-même, et une profondeur de 0 m. 40 à 0 m. 50.

Le Bruyant prend sa source sous un rocher et, tombant de cascades en cascades, s'engage dans une gorge étroite bordée de rocs gazonnés et de résineux. Le fond du lit est garni de pierres et de rochers formant de nombreuses cachettes pour la Truite. Dans sa partie basse, le Bruyant, élargi, est bordé de prairies irriguées et présente de belles frayères naturelles pour la Truite qui y est assez fréquente.

Les eaux du Bruyant, limpides et fraîches, ont une température peu variable (7° à 9°) en raison du peu de longueur de leur cours qui est en même temps fort rapide.

Faune nutritive. — Larve de Phryganeïdes (*Drusus* surtout), d'Ephémérides (*Ecdyurus, Bœtis*), de Perlides (*Perla, Nemoura*), de Diptères (*Simulium*). Dominantes : larves de Névroptères (*Drusus, Bœtis, Ecdyurus*).

Capacité biogénique : IV, soit 400 alevins de 6 mois au kilomètre.

Faune piscicole. — Truite indigène.

Pêche. — La pêche de la Truite dans le Bruyant se pratique absolument comme dans la région correspondante du Furon, mais elle est en dehors de la zone d'action du Syndicat d'Engins et par conséquent seulement soumise à la réglementation générale. Le poids des sujets le plus couramment pêchés varie de 80 à 150 grammes.

D². Le Vivier.

Le Vivier, petit cours d'eau de la plaine, se jette dans le tronçon n° 2 du Furon. Il résulte de la réunion de deux ruisseaux dont l'un vient de Fontaine où il donne à son origine, dans des propriétés privées, de fort beaux bassins d'élevage pour la Truite, et l'autre sort au pied du rocher et coule dans les prés, à égale distance de Fontaine et de Sassenage. Ces deux racines du Vivier, dont l'une, celle de Fontaine, est en rapport par des canaux d'arrosage avec le système des Saulnes décrit plus loin, sont d'excellents petits cours d'eau à Truite, à eau fraîche et d'une limpidité parfaite.

Leur capacité biogénique est assez forte (VI),, avec dominante Crevettes. La Truite y remonte jusqu'à la source, accompagnée de Vairons et de Loches qui lui servent de nourriture. Le Brochet remonte également parfois ces deux branches. Le Vivier, canalisé vers son embouchure, atteint 5 mètres de large et 0 m. 70 de profondeur moyenne. Comme ses deux racines, il constitue un excellent petit cours d'eau piscicole qui donnerait certainement un fort rendement salmonicole s'il était exploité avec méthode. Malheureusement, là comme dans la plupart des ruisseaux de la plaine, un braconnage éhonté annihile tous les efforts.

D³. Le Canal des Saulnes.

Le Canal des Saulnes constitue le plus long affluent du Furon. Situé entièrement dans la plaine et coulant parallèlement au Drac, il apporte au dernier tronçon du Furon les eaux de deux petits ruisseaux ou Saulnes, l'un provenant de Seyssinet dénommé la Grande-Saulne, l'autre d'origine purement alluvionnaire provenant de la plaine du Drac, au-dessous de Seyssins, où il prend sa source à la fontaine de Bonnefons, c'est la Petite-Saulne.

La plus grande partie du système des Saulnes, coulant à travers des prairies, des cultures ou des agglomérations de maisons, est canalisée et en conséquence a perdu ses caractères naturels. Nous distinguons successivement la Grande-Saulne, la Petite-Saulne et le Canal commun des Saulnes.

A. **La Grande-Saulne.** — Descend du flanc est du Moucherotte par un petit ruisselet de 1 mètre de large et 0 m. 15 à 0 m. 20 de profondeur, fréquemment entravé par des servitudes de propriété ou des barrages jusqu'au-dessous du village de Seyssinet. Néanmoins la Truite y remonte jusque vers sa source. Arrivée en plaine, la Grande-Saulne, fréquemment saignée pour les besoins de l'arrosage, atteint néanmoins une largeur moyenne de 1 mètre sur 0 m. 25 de profondeur.

Eaux limpides, fraîches, à cours rapide, avec fond de gravier, sable fin et touffes de plantes aquatiques (Callitriches, Potamots, Véronique, etc.), avec Iris et Carex sur les bords.

Bords à pic de 0 m. 40 de hauteur. Dans prairies, champs cultivés, avec quelques saules ou autres arbres par places.

Faune nutritive. — Crevettes (très fréquemment infestées de larves d'*Echinorhynchus proteus*), larves d'Ephémérides, de Perlides, de Diptères (*Dixa* et *Simulium*). Petits poissons : Loche et Vairon. Ecrevisses dans la plaine.

Dominantes : larves d'Ephémérides et de Diptères en amont

de Seyssinet. Crevettes (Dominante) en aval et dans le reste du cours.

Capacité biogénique : IV, soit 240 alevins au kilomètre.

Faune piscicole. — Truite, Loche, Vairon, Ecrevisses (*Astacus torrentium*).

Ruisseau qui serait excellent pour la mise en valeur salmonicole, malheureusement ravagé constamment par les braconniers empoisonneurs et stérilisé vers son confluent par quatre déversements industriels nocifs (mégisserie et tanneries).

Nota. — La Grande-Saulne a été reliée par un canal ou fossé d'irrigation avec la racine du Vivier provenant de Fontaine (v. la carte). La Truite, le Vairon et la Loche se sont également répandus dans ces fossés de communication.

B. **La Petite-Saulne.** — Naît de la fontaine de Bonnefons par un petit ruisselet coulant au milieu des prairies et hébergeant des Ecrevisses, puis son cours s'élargit (2 m. 50) et apparaissent la Truite et les Loches. La capacité biogénique s'accroît rapidement jusqu'à atteindre VI, avec dominante Crevettes. De nombreuses frayères se voient dans la partie inférieure du cours et seraient assurément très fréquentées si de nombreux déversements industriels nocifs ne se trouvaient en aval (v. la carte).

En raison de sa capacité biogénique la Petite-Saulne peut recevoir en moyenne 400 alevins au kilomètre.

C. **Le Canal des Saulnes.** — Le Canal des Saulnes qui conduit au Furon les eaux limpides et fertiles des deux Saulnes est malheureusement taré dès son origine, empoisonné par une série de déversements nocifs (tanneries, mégisseries) situés à la jonction des deux Saulnes et au début du canal. Il en résulte que cette longue portion de canal, qui s'étend jusqu'au bas Furon sur une longueur de 4 kilomètres, ne peut être livrée à l'exploitation piscicole. C'est là un état de choses d'autant plus regrettable que nombre de Truites provenant du Canal du Furon s'engagent in-

variablement dans la Saulne au moment de la fraie et sont souvent victimes de leur imprudence.

La disparition de ces déversements et une sévère répression du braconnage auraient pour résultat de transformer tout le système des Saulnes en magnifiques et riches frayères naturelles qui accroîtraient dans de grandes proportions le rendement salmonicole de tout l'ensemble du bas Furon et même de l'Isère.

Malgré l'intoxication de ses eaux le Canal des Saulnes, large de 3 m. 50 et profond de 0 m. 35, héberge quelques Truites, Loches et Vairons venant sans doute du bas Furon, mais sa capacité biogénique est forcément très faible (II) et son eau fréquemment polluée est trouble. Il a donc perdu toute valeur au point de vue piscicole.

Résumé [1].

FURON

Cours d'eau ni navigable, ni flottable, à caractère de torrent essentiellement salmonicole.

Communes traversées : Lans, Engins, Sassenage (département de l'Isère).

Altitude de la source : 1100 mètres; de l'embouchure : 200 mètres. Longueur totale : 18 kil. 500; longueur utilisable au point de vue piscicole : 9 kilomètres. 2 tronçons.

Tronçon n° 1 (de la source à Sassenage).

Longueur totale : 14 kilomètres. Longueur utilisable au point de vue piscicole : 4 kil. 500. Limite de la portion piscicole : des Lolettes à Engins.

Largeur moyenne : 5 mètres.

---

[1] Le résumé avec le graphique qui y est joint, indique, sous une forme brève et précise, les principales caractéristiques piscicoles du cours d'eau et les connaissances fondamentales indispensables à sa mise en valeur rationnelle. Il renferme ainsi les éléments nécessaires et suffisants pour l'établissement d'une statistique générale de nos cours d'eau.

Profondeur moyenne : 0 m. 30.

Faune nutritive : larves de Phryganeïdes, d'Ephémérides, de Perlides, de Diptères, Crevettes.

Dominantes : larves de Phryganeïdes et d'Ephémérides.

Capacité biogénique : VI.

Faune piscicole : Truites et Saumons de fontaine.

Frayères à Salmonides : tout le long du cours.

Période de frai de la Truite : octobre, novembre et décembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le tronçon par kilomètre : 600.

Epoques les plus favorables aux déversements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène et Saumon de fontaine.

Zones favorables à la création de réserves pour la reproduction naturelle : de l'embouchure du Bruyant incluse aux Lolettes.

Zones propices à l'installation de bassins d'alevinage naturels : tout le long des rives et surtout depuis les Lolettes jusqu'au confluent du Bruyant.

Tronçon n° 2 (de Sassenage à l'embouchure).

Longueur totale : 4 kil. 500, entièrement piscicole, sans obstacles.

Largeur utilisable moyenne : 10 mètres.

Profondeur moyenne : 1 mètre.

Faune nutritive (v. tronçon n° 1), en outre, larves d'Agrionides, Vairons, Suiffes, Chabots, Loches.

Dominantes : Crevettes et larves de Phryganeïdes.

Capacité biogénique moyenne : VII.

Faune piscicole : Truite indigène, Truite arc-en-ciel, Saumon de fontaine, Suiffe, Chabot, Barbeau.

Frayères à Salmonides : tout le long du cours.

Période de frai de la Truite : novembre et décembre.

Frayères à Suiffes : de la Rollandière à Sassenage.

Période de frai de la Suiffe : mai et juin.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le tronçon par kilomètre : 1.000.

Epoque la plus favorable aux déversements : fin mai, juin.

Espèces à propager : Truite indigène et Truite arc-en-ciel.

Zones propices à l'installation de bassins d'alevinage naturels : aménagement de petites sources en marais sur la rive gauche du Furon, de Sassenage à la Rollandière.

Affluents du Furon.

G[1]. **Ruisseau de Jailleux.** Rive gauche.

Sources de Jailleux aménagées en bassins d'élevage des Salmonides sous la direction de M. P. Giraud, de Lans. Ruisseau sans intérêt piscicole.

D[1]. **Le Bruyant.** Rive droite.

Affluent important exclusivement salmonicole.

Longueur piscicole : 1 kilomètre.

Largeur moyenne : 5 mètres.

Profondeur : 0 m. 40.

Mêmes caractères biologiques que pour le tronçon n° 1 du Furon.

Faune nutritive : larves de Perlides, Ephémérides, Phryganeïdes, de Diptères.

Dominantes : larves de Phryganeïdes, puis d'Ephémérides.

Capacité biogénique : IV.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : nombreuses vers son confluent avec le Furon.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir le Bruyant par kilomètre : 400.

Epoques les plus favorables aux déversements : fin mai, juin.

Espèces à propager : Truite indigène.

D[2]. **Le Vivier.**

Longueur piscicole : 2 kilomètres.

Largeur moyenne : 4 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 60.

Faune nutritive : Crevettes, larves d'Ephémérides, Phryganeïdes, Vairons, Loches.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : VI.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : tout le long du cours.

Période de frai de la Truite : novembre, décembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le tronçon par kilomètre : 500.

Epoques les plus favorables au déversement : mai.

Espèces à propager : Truite indigène, Truite arc-en-ciel.

D³. Canal des Saulnes.

Canal impropre à l'exploitation piscicole dans les quatre derniers kilomètres de son cours en raison des déversements industriels nocifs. Par contre ses deux racines : Petite-Saulne (branche de Seyssins, piscicole sur une longueur de 1 kilomètre environ), et Grande-Saulne (branche de Seyssinet, piscicole sur une longueur de 1 kilomètre), sont d'excellents ruisseaux à Truites et à Ecrevisses, à Dominantes Crevettes, présentant çà et là quelques bonnes frayères, mais malheureusement dévastés par le braconnage.

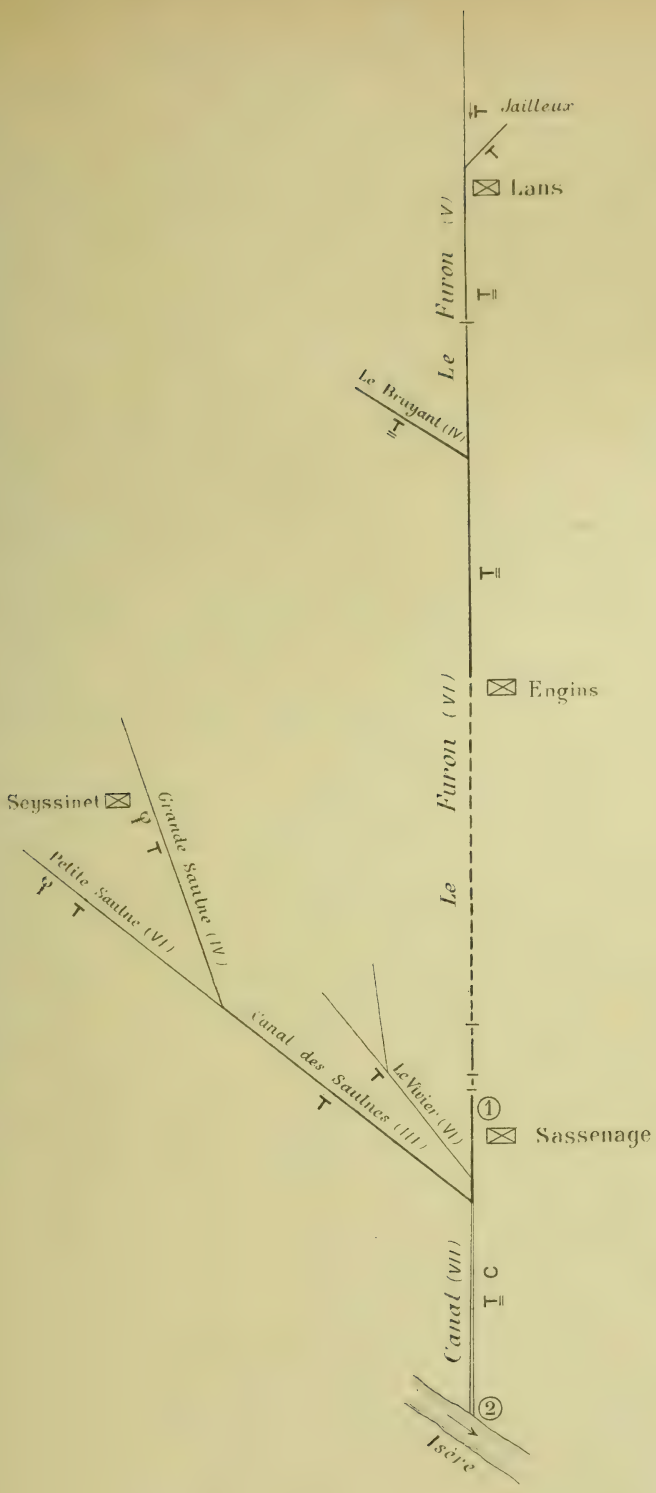
La Petite-Saulne ou branche de Seyssins, de capacité biogénique VI, pourrait recevoir, et seulement dans la moitié aval de son cours (1 kil.), 400 à 500 alevins par an.

La Grande-Saulne ou branche de Seyssinet, de capacité biogénique IV, seulement 200 pour toute sa longueur.

Les espèces les plus favorables seraient la Truite indigène et le Saumon de fontaine.

Conclusions.

Au point de vue statistique, tout le bassin du Furon nous offre au total 14 kilomètres de cours d'eau piscicole éminemment et à peu près exclusivement propice aux Salmonides : Truite indigène, Truite arc-en-ciel et Saumon de fontaine, et une capacité biogénique moyenne de VI. En outre un affluent, le canal des Saulnes, est propice à la culture de l'Ecrevisse, mais seulement à l'origine de ses deux racines : Petite-Saulne et Grande-Saulne sur une longueur totale d'environ 3 kilomètres.



Graphique du Système du Furon au $\frac{1}{100.000}$

T Truite, C Cyprinides et poissons blancs en général. L'Écrevisse est représentée par une figure schématique. Les chiffres romains expriment la capacité biogénique. 1 Limite aval du tronçon n° 1. 2 Limite aval du tronçon n° 2.

MONOGRAPHIE HYDROBIOLOGIQUE PISCICOLE DU RUISSET

PAR L. LÉGER

LE RUISSET

(Affluent rive gauche de l'Isère)

Rivière à cours assez rapide, ni navigable, ni flottable.

Longueur totale 10 kil. 400.

Communes traversées : *Sassenage, Noyarey, Veurey* (département de l'Isère).

14e Conservation des Eaux et Forêts. Inspection Grenoble-Ouest. Cantonnement du Villard-de-Lans.

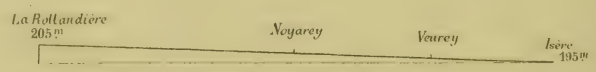
Affluents : Rive gauche : g^1 *Ruisseau de Pierre-Hébert.*

g^2 *La Vauroise.*

Rive droite : »

Source à l'altitude de 205 mètres, sur la commune de Sassenage.

Embouchure dans l'Isère à l'altitude de 195 mètres, sur la commune de Veurey.



Profil en long du ruisseau de Gélinot continué par le Ruisset
1 : 160,000 (L.) 1 : 4,000 (H.)

LE RUISSET

TRONÇON UNIQUE

Cours d'eau assez rapide, régulier, sans cascades ni obstacles sur tout son parcours.

PHYSIONOMIE BIOLOGIQUE ET VALEUR PISCICOLE DU COURS D'EAU.

Source. — Depuis sa source jusqu'à Noyarey le cours d'eau qui nous occupe est désigné sous le nom de ruisseau de Gélinot et ne porte en réalité le nom de Ruisset qu'à partir de Noyarey, au moment où il a reçu le ruisseau de Pierre-Hébert. Au point de vue hydrographique, il nous paraît bien que, actuellement, le Ruisset est nettement la continuation de Gélinot, c'est pourquoi nous considérerons ce dernier comme représentant l'origine du Ruisset. Dans cette interprétation qui a l'avantage de faciliter la description, nous dirons donc que le Ruisset prend sa source dans les marais de la Rollandière (source en marais), à quelques mètres du Furon. Dans ce marais de la Rollandière les sources se présentent sous forme de petits étangs d'eau fraîche à fond tourbeux avec joncs et nénuphars dans lesquels s'observent quelques Vairons, Brochets et Tanches.

Capacité biogénique relativement faible (III) avec quelques Crevettes, larves de Phryganeïdes, de Diptères, etc.

De la source à l'embouchure. — L'eau qui s'en écoule est bientôt réunie en un petit ruisseau rectiligne, riche en Vairons, qui atteint peu à peu une largeur moyenne de 2 mètres et une profondeur de 0 m. 30. Ce petit ruisseau longe le canal du Furon qui lui abandonne une certaine quantité d'eau par un déversoir souterrain au voisinage de son embouchure. Grossi de cette eau et en même temps de petits ruisselets qui drainent les plaines cultivées où il serpente, le ruisseau de Gélinot (Ruisset) prend

rapidement la physionomie d'une petite rivière à eau limpide, à cours régulier, rapide, à fond riche en plantes aquatiques et dès lors éminemment propice à la pisciculture. C'est à partir de ce point, situé à peu près en face le dernier pont qui traverse le canal du Furon, que nous allons indiquer les données monographiques piscicoles du Ruisset. Les caractères du Ruisset, de ce point jusqu'à la partie marécageuse de son embouchure, sont du reste à peu près identiques, si ce n'est que sa largeur qui ne dépasse pas 4 mètres jusqu'à Noyarey, avec une profondeur moyenne de 0 m. 40, atteint 7 à 8 mètres après ce village, avec une profondeur moyenne de 0 m. 70 à 1 mètre.

Sur tout son parcours le Ruisset revêt des caractères typiques de cours d'eau à Truite à valeur nutritive élevée et semé de nombreuses frayères.

Largeur moyenne : 4 mètres en amont de Noyarey, 8 mètres en aval.

Profondeur moyenne : 0 m. 40 en amont de Noyarey, 0 m. 70 en aval.

Température : ne dépassant pas 17° en été.

Cours d'eau ne gelant jamais, même par les hivers rigoureux.

Vitesse régulière assez rapide.

Fond : tantôt herbeux, tantôt sablonneux, tantôt pierreux.

Les zones à fond herbeux dominent avec beaucoup de Potamots.

Eau limpide.

Bords à pic de faible hauteur en prairies naturelles et cultures.

Vent dominant assez favorable à l'apport de nourriture terrestre en raison de la sinuosité du cours.

Faune nutritive du cours d'eau : Crevettes, larves d'Ephémérides (*Bœtis*), larves de Phryganes, d'Agrion, quelques Mollusques (Physes).

Capacité biogénique : VI. Dominante : Crevettes.

Faune piscicole essentiellement représentée par la Truite in-

digène à laquelle s'adjoignent quelques Brochets, Meuniers, Suiffes et Anguilles qui remontent facilement jusqu'en amont de Noyarey en raison de la régularité du cours et de l'absence d'obstacles. Il faut signaler en outre le Chabot, la Loche et le Vairon, assez fréquents, qui constituent un excellent apport à la nourriture des Salmonides. Le poisson qui convient par excellence aux eaux du Ruisset est la Truite, c'est du reste le seul qui y soit couramment pêché.

Le Ruisset présente sur toute sa longueur d'excellentes frayères pour les Salmonides qui fraient en novembre et décembre.

La période la plus favorable au déversement d'alevins est fin mai.

Pêche. — La pêche pratiquée dans le Ruisset est surtout la pêche aux engins prohibés : capuchon, filet dormant et traînant, nasses, etc..., c'est-à-dire qu'elle relève du braconnage, ce dernier y est tellement pratiqué que les pêcheurs à la ligne fréquentent peu cette rivière, trop souvent encore empoisonnée par les braconniers. Cet état de choses est d'autant plus regrettable que le Ruisset, par ses caractères hydrobiologiques et sa forte capacité biogénique, constituerait à coup sûr, s'il était suffisamment surveillé, un cours d'eau salmonicole de très grand rendement.

Vers son embouchure, aux bains de l'Echaillon, le Ruisset s'élargit considérablement en traversant des zones marécageuses, constituant ainsi une sorte de grand étang allongé dans lequel le Brochet, l'Anguille, le Gardon blanc et le Gardon rouge se rencontrent en quantité notable; le Vairon y pullule et tout près de l'embouchure on rencontre, dans le sable ou dans la vase, la petite Lamproie (*P. planeri*).

Notons enfin que l'Ecrevisse est encore assez commune dans le Ruisset en amont de Veurey et surtout de Noyarey.

Affluents du Ruisset.

Rive gauche.

G¹. **Ruisseau de Pierre-Hébert.**

C'est un important ruisseau qui prend sa source (source en bassin naturel) dans une petite propriété de la commune de Sassenage (propriété Berrioud) ; ce bassin est actuellement aménagé en un élevage florissant de Saumons de fontaine qui trouvent là une abondante nourriture naturelle à dominante Crevette. Notons que ces Crevettes sont fréquemment envahies, ici comme aux sources du Furon (Jailleux), par les larves de Cyathocéphales qu'elles transmettent aux Truites.

Tout le cours du ruisseau de Pierre-Hébert, d'une largeur qui va de 3 à 5 mètres, avec une profondeur moyenne de 0 m. 60, est à peu près identique à celui du Ruisset, étudié plus haut, avec une capacité biogénique un peu supérieure (VII).

Faune piscicole. — On y retrouve les mêmes poissons, mais avant tout la Truite et des Ecrevisses.

D'excellentes frayères sont situées sur toute sa longueur et les considérations que nous avons énoncées précédemment sur le Ruisset s'appliquent entièrement à son affluent.

A une faible distance en amont de Noyarey, le ruisseau de Pierre-Hébert reçoit un canal assez important dit Canal des Moulins, barré par un moulin vers la fin de son cours et dont toute la partie supérieure, de forte capacité biogénique (VII), est excellente pour les Salmonides.

Ce canal tire son origine d'une série de petits ruisselets qui sortent d'une zone marécageuse située aux Engenières. Ces ruisselets, dont quelques-uns sont riches en Ecrevisses, constituent, peu après leur naissance, un assez large bassin à eau limpide et fraîche, riche en végétation aquatique et en nourriture naturelle dans lequel se voient, avec des Truites de grande taille, de l'Anguille et quelques Brochets.

Cette région mériterait au plus haut point d'être aménagée en bassins d'élevage et serait à coup sûr d'un très fort rendement, malheureusement la surveillance y est actuellement difficile et le braconnage y a complètement conquis droit de cité.

Un petit canal de dérivation, dit fossé des Bauches, met en communication facultative le canal des Moulins et le ruisseau de Pierre-Hébert et constituerait également un excellent endroit pour l'élevage de la Truite.

G [2]. La Vauroize.

Le dernier affluent rive gauche du Ruisset est un petit ruisseau de montagne à cours rapide, torrentueux, entrecoupé de petites cascades, d'une longueur d'environ 4 kilomètres, qui prend sa source au pied des escarpements de la Buffe [1], passe au voisinage du village de Montaud et descend ensuite directement vers l'est pour se jeter dans le Ruisset à Veurey.

La Vauroize coule sur un fond de cailloux d'un jaune rougeâtre, la plupart du temps sous bois, parfois entre des prairies escarpées.

Sa largeur moyenne est de 2 m. 50, avec une profondeur de 0 m. 25.

Bien que de CAPACITÉ BIOGÉNIQUE relativement faible (IV), avec dominante Crevettes, puis larves d'Ephémérides, c'est un excellent petit cours d'eau à Truites qui mérite d'être repeuplé méthodiquement.

Le cours d'eau est barré, dans le village de Veurey, pour l'alimentation d'une usine électrique.

FAUNE PISCICOLE ET PÊCHE. — La Truite est jusqu'ici le seul poisson observé dans la Vauroize. Elle y est surtout pêchée à la ligne, mais elle est aussi détruite par le braconnage.

---

[1] Dans le petit torrent qui représente ce cours d'eau à son origine, au pied de la Buffe, se trouvent en abondance les curieuses larves de *Liponeura* (Diptère).

Résumé.

RUISSET (= Ruisseau de Gélinot + Ruisset).

Cours d'eau ni navigable, ni flottable, à cours régulier et assez rapide.

Essentiellement salmonicole.

Communes traversées : Sassenage, Noyarey, Veurey.

Département de l'Isère.

Altitude de la source : 205 mètres.

Altitude de l'embouchure : 195 mètres.

Longueur totale : 10 kil. 400.

Longueur piscicole : 9 kilomètres.

Limite amont de la portion piscicole : en face l'embouchure du Canal du Furon.

Largeur moyenne : 6 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 60.

Faune nutritive : Crevettes, larves d'Ephémérides, de Phryganeïdes, de Diptères, d'Agrionides, quelques Mollusques (*Physes*).

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : VI.

Faune piscicole : Truite, Brochet (rare), Anguille (rare), Ecrevisses.

Frayères à Salmonides : tout le long du cours.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le tronçon par kilomètre : 800 de l'embouchure à Noyarey, et 500 dans le ruisseau de Gélinot.

Epoque la plus favorable au déversement : fin mai.

Espèce à propager : Truite indigène, Truite arc-en-ciel.

Zones favorables à la création de réserves pour la reproduction naturelle : tout le long du cours.

Zones propices à l'installation de bassins d'alevinage naturels : rive gauche du Ruisset, entre Veurey et Noyarey, région où se trouvent de très belles sources le long du cours.

Affluents du Ruisset.

G¹. **Ruisseau de Pierre-Hébert.** Rive gauche.

Affluent important de mêmes caractères que le Ruisset.

Longueur piscicole : 4 kilomètres.

Largeur moyenne : 3 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 60.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, Crevettes, Phryganeïdes.

Dominante : larves d'Ephémérides, puis Crevettes.

Capacité biogénique : VII.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : nombreuses dans la partie inférieure du cours.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir l'affluent par kilomètre : 500.

Epoques les plus favorables au déversement : fin mai.

Espèces à propager : Truite indigène et Truite arc-en-ciel.

Canal des Moulins (affluent de Pierre Hébert).

Excellent ruisseau à Truites, d'une longueur piscicole de 2 kilomètres, à dominante Crevettes. Peut recevoir annuellement 500 alevins de Salmonides par kilomètre.

G². **La Vauroize.**

Petit ruisseau de montagne essentiellement salmonicole.

Longueur piscicole : 2 kil. 500.

Largeur moyenne : 2 m. 50.

Profondeur moyenne : 0 m. 20.

Faune nutritive : Crevettes, larves de Phryganeïdes et d'Ephémérides.

Dominante : Crevettes.

Capacité biogénique : IV.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : dans la deuxième moitié du cours.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir l'affluent par kilomètre : 300.

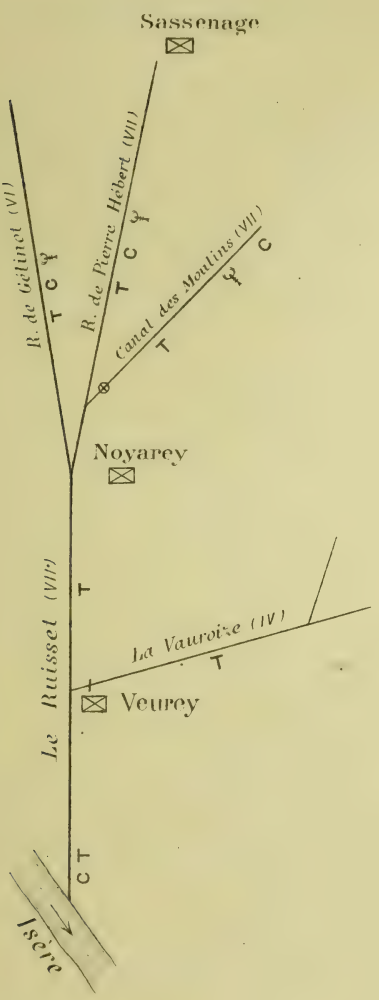
Epoque la plus favorable au déversement : juin.

Espèces à propager : Truite indigène en tête de bassin et Truite arc-en-ciel au-dessus de Veurey.

Conclusions.

Au point de vue statistique, tout le bassin du Ruisset nous offre au total 17 kil. 500 de cours d'eau piscicole éminemment et à peu près exclusivement propice aux Salmonides : Truite indigène et Truite arc-en-ciel, et une capacité biogénique moyenne de VI.

En outre le Ruisset et ses tributaires, sauf la Vauroize, sont propices, sur presque tout leur parcours, à la culture des Ecrevisses (*Astacus torrentium*), qui existent actuellement dans le ruisseau de Gélinot, le ruisseau de Pierre-Hébert, le Canal des Moulins et le Ruisset.



Graphique du Système du Ruisset au $\frac{1}{100.000}$

T Truite. C Cyprinides et poissons blancs en général. L'Écrevisse est représentée par une figure schématique. Les chiffres romains expriment la capacité biogénique.

RUISSEAU DE SEYSSINS

Le système du ruisseau de Seyssins, qui se trouve compris dans la carte des bassins du Furon et du Ruisset étudiés ci-dessus, est d'importance à peu près nulle au point de vue piscicole.

Il comprend trois ruisselets dont la largeur atteint à peine 1 mètre et la profondeur ne dépasse guère 0 m. 20 : ruisseau de Seyssins, ruisseau des Panetières et ruisseau des Garlettes. Ainsi qu'on peut le voir sur la carte, le ruisseau des Garlettes, grossi du ruisseau des Panetières, peut être considéré comme un affluent du ruisseau de Seyssins. A partir du confluent de ces deux ruisseaux, le petit cours d'eau est barré plusieurs fois de suite par des établissements industriels, de telle sorte que toute communication piscicole avec le Drac est impossible.

Le ruisseau de Seyssins, dont les sources sont en partie captées, sèche fréquemment pendant l'été, il est donc sans intérêt piscicole. Notons qu'il présente un canal de dérivation vers la Petite-Saulne, destiné, en cas de crue, à amener le trop-plein de ses eaux vers ce dernier cours d'eau.

Le ruisseau des Panetières qui sèche également en été, ainsi que le montre la carte où il est tracé en pointillé, est également sans intérêt piscicole. Seul le petit ruisseau des Garlettes présente quelque intérêt en raison de la constance de son débit et de la qualité de ses eaux, mais sa profondeur est si faible (10 à 15 cent.) qu'on ne peut espérer y obtenir un rendement important. Actuellement, le ruisseau héberge des Ecrevisses et il paraît certain que la Truite pourrait également y prospérer. Ce petit ruisseau des Garlettes constitue donc la seule portion du système de Seyssins dans laquelle on pourrait rationnellement mettre des alevins de Salmonides. D'après sa largeur et sa capacité biogénique il pourrait tout au plus recevoir annuellement 200 alevins par kilomètre.

EXPLICATION DES SIGNES DE LA CARTE HYDROBIOLOGIQUE PISCICOLE

TOPOGRAPHIE GÉNÉRALE

CHEF-LIEU DE DÉPARTEMENT.

CHEF-LIEU D'ARRONDISSEMENT.

CHEF-LIEU DE CANTON.

Chef-lieu de Commune.

Village, hameau, ferme.

Maisons d'habitation.

Église.

St.on — Chemins de fer et station.

Routes praticables pour automobiles.

Chemin praticable seulement aux voitures légères.

Sentier muletier.

+-+-+- Limites de département.

id. de canton.

id. de commune.

(212m) Altitude.

Maison forestière.

F Siège de cantonnement du garde général des Eaux et Forêts.

F Siège de l'Inspection des Eaux et Forêts.

F id. du Conservateur. id.

HYDROGRAPHIE

DANS SES RAPPORTS AVEC LA PISCICULTURE ET L'ÉCONOMIE DES COURS D'EAU

Fontaine de ravitaillement utilisable au cours du transport des alevins.

en bassin.

en filets.

en marais.

vauclusienne.

} Source

Lacs ou étangs avec vanne.

Marais.

Cours d'eau.

Cours d'eau navigable.

id. flottable.

Ruisseau canalisé ou petit canal.

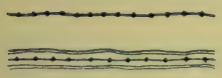
Canal.

Portion très torrentueuse d'un cours d'eau.

Cours d'eau en forêt ou sous taillis.

Partie de cours d'eau fréquemment asséchée pour les besoins industriels ou autres.

Partie de cours d'eau susceptible d'être asséchée ou interrompue mais seulement pendant les grandes sécheresses.



Partie de cours d'eau permanente mais industrialisée ou grevée de servitudes et impropre à la pisciculture.

Cascade naturelle franchissable.

Suite de cascades franchissables.

Cascade naturelle infranchissable.

Barrage industriel franchissable.

id. infranchissable.

Grillage arrêtant le passage du poisson.

Échelle à poisson.

Barrage avec échelle à poisson.

Usine hydro-électrique.

Moulin ou autre industrie hydromoteur dont le dispositif n'empêche pas la remontée du poisson au moins pendant les fortes eaux.

Moulin ou autre industrie hydromoteur dont le dispositif empêche la remontée du poisson.

Déversement industriel nocif.

$\frac{L}{P} = \frac{2,50}{0,65}$ — $\frac{\text{Largeur moyenne.}}{\text{Profondeur moyenne.}}$

(I) (II) (III) (IV) — Capacité biogénique (échelle de Léger).

POISSONS ET PISCICULTURE

Zone de frayères à Salmonides (propice au déversement d'alevins).

Zone propice au déversement d'alevins (en dehors des zones de frayères).

Établissement de Pisciculture faisant seulement l'élevage.

Etablissement de Pisciculture faisant l'élevage et la reproduction.

SP

Siège de Société de pêche ou de repeuplement.

Signes abréviatifs des Poissons

Les diverses espèces de poissons existant dans les cours d'eau sont indiquées par des lettres conformément au tableau ci-dessous, exemple : la lettre **T** indique la présence de la Truite. La limite d'extension d'une espèce de poisson donnée est indiquée par une flèche surmontant la lettre abréviative $\vec{T}$ et dont la pointe est tournée vers la portion du cours d'eau habitée par l'espèce considérée.

La fréquence relative de chaque espèce est indiquée par un ou deux traits placés en dessous de la lettre abréviative ; l'absence de trait **T** indique seulement la présence du poisson dans le cours d'eau ; un trait $\underline{T}$ indique que le poisson y est assez commun ; deux traits $\underline{\underline{T}}$ indiquent qu'il y est commun ou domine au point de vue de la faune piscicole.

A. Anguille commune, *Anguilla vulgaris* Flem.

Ab. Ablette commune, Ablette argentée, Mirandelle, *Alburnus lucidus* Heck.

Af. Alose finte, Convereau, *Alosa finta* Cuv.

Al. Alose commune, *Alosa vulgaris* Cuv.

Ap. Apron, Apré, Sorcier, *Aspro vulgaris* Cuv.

As. Ablette spirlin, *Alburnus bipunctatus* Bloch.

B. Barbeau fluviatile, Barbeau commun, Barbillon, *Barbus fluviatilis* Agass.

Bd. Barbeau méridional, Durgan, Drogan, Barbeau truité, *Barbus meridionalis* Risso.

Bl. Blennie cagnette, Chasseur, *Blennius cagnota* Val.

Bm. Brème, *Abramis brama* L.

Br. Brochet, *Esox lucius* L.

Bv. Bouvière, Péteuse, *Rhodeus amarus* Bloch.

Ch. Chabot, Chavasseau, *Cottus gobio* L.

C. Carpe, *Cyprinus carpio* L.

E. Épinoche, Savetier, *Gasterosteus aculeatus* L.

Es. Esturgeon, *Acipenser sturio* L.

Et. Épinochette, Marichaud, *Gasterosteus pungitius* L.

F. Fera, *Coregonus fera* Jur.

Fl. Flet, Plie, Flondre, Picaud, *Flesus vulgaris*.

Gb. Gardon blanc, Véron, Suiffe, *Leuciscus rutilus* L.

Gj. Goujon, *Gobio fluviatilis* Cuv.

Gm. Gremille, Perche goujonnière, *Acerina cernua* L.

Gr. Gardon rouge, Rotengle, Rosse, *Scardinius erythrophthalmus* L.

H. Hotu, Nase, Siège, Faux-Mulet, *Chondrostoma nasus* L.

I. Ide mélanote et Orfe, *Idus melanotus* Heck.

L. Loche de ruisseau, Loche franche, Dormille, *Cobitis barbatula* L.

Lp. Lamproie fluviatile, Petite lamproie, Lamprillon, *Petromyzon fluviatilis* L.

Lp'. Lamproie marine, Grande lamproie, *Petromyzon marinus* L.

LT. Loche de rivière, *Cobitis taenia* L.

Lt. Lotte commune, Barbotte, *Lota vulgaris* Cuv.

Lv. Lavaret, *Coregonus lavaretus* Bel.

M. Meunier, Chevaine, Chaboisseau, *Squalius cephalus* L.

Mc. Muge céphale, Mulet à grosse tête, *Mugil cephalus* Cuv.

Ml. Mulet, Muge capiton, *Mugil capito* Cuv.

O. Ombre commune, *Thymallus vexillifer* Ag.

Oc. Omble-chevalier, *Salvelinus umbla* L.

P. Perche, *Perca fluviatilis* L.

Pc. Poisson-chat, *Ameiurus nebulosus* Le Sueur.

Ps. Poisson-soleil, Perche argentée, Calico-Bass, *Eupomotis gibbosus* L.

S. Suiffe, Blageon, Soufie, *Squalius Agassizii* Heck.

Sm. Saumon de mer, *Salmo salar* L.

T. Truite commune, *Salmo fario* L. et autres Salmonides exotiques d'eau courante (Truite arc-en-ciel et Saumon de fontaine, etc.).

Tc. Tanche, *Tinca vulgaris* Cuv.

Tm. Truite de mer, *Trutta marina* Cuv.

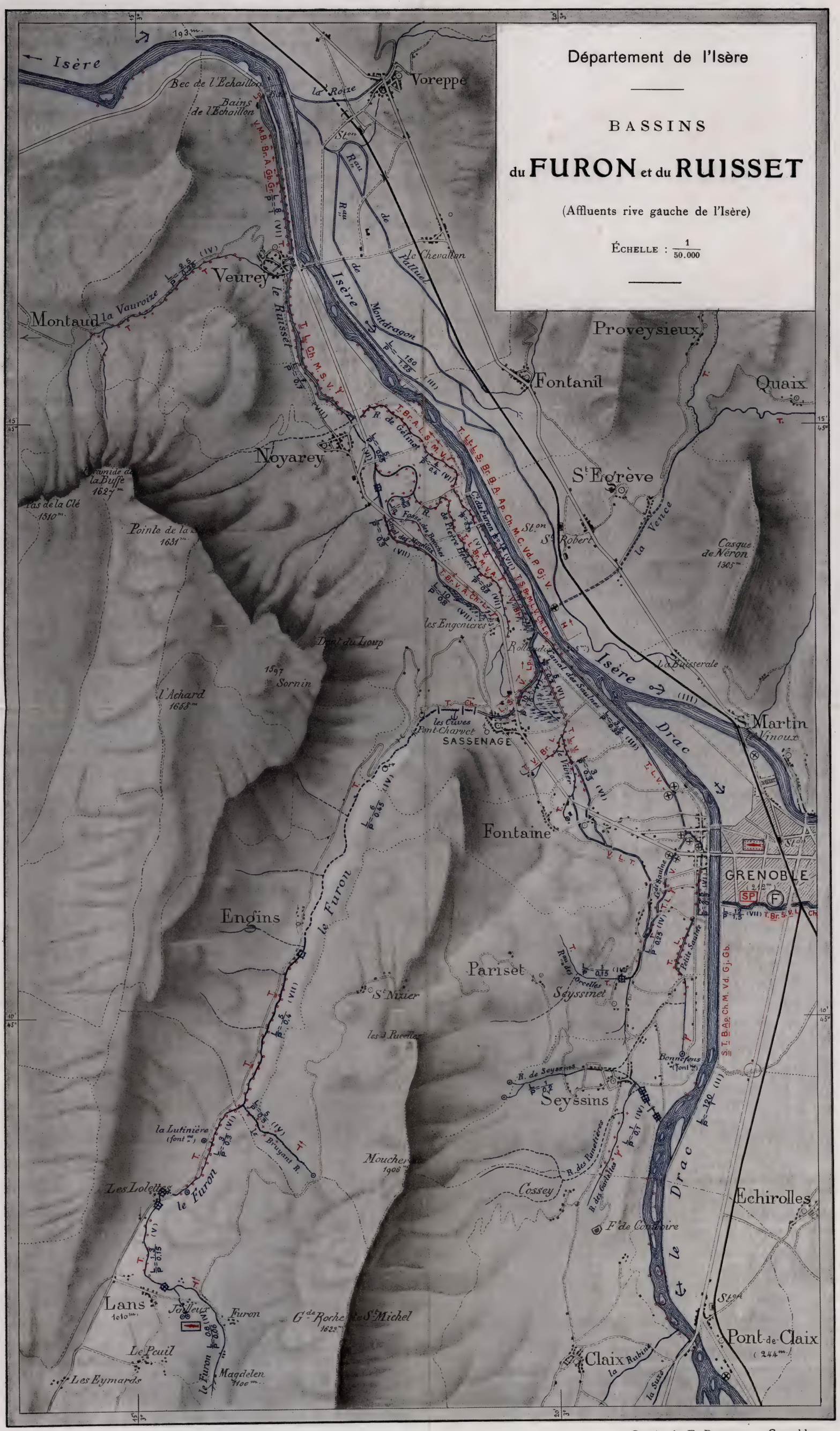
V. Vairon commun, Cuzeau, *Phoxinus laevis* Agass.

Vd. Vandoise, Dard, *Squalius leuciscus* L.

Ψ Écrevisse, *Astacus torrentium* Schranck et *A. fluviatilis* Fabr.

CARTE HYDROBIOLOGIQUE PISCICOLE DES COURS D'EAU ALPINS

Publiée sous la direction du Prof^r L. LÉGER, *Directeur du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble*



Étude sur le terrain par L. LÉGER. — 1909.

Dessin de F. BERTHET — Grenoble.

597
G86t
1910²

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire

Année 1910

—

Fascicule II

THE LIBRARY OF THE
APR 17 1926
UNIVERSITY OF ILLINOIS

GRENOBLE
TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES
26, cours de Saint-André, 26

—

1911

THE LIBRARY OF THE
APR 1 7 1926
UNIVERSITY OF ILLINOIS

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire

Année 1910

Fascicule II

GRENOBLE
TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES
26, cours de Saint-André, 26

1911

597
G86t
1910²

AVIS

La présente publication a uniquement pour but de réunir l'ensemble des travaux d'Hydrobiologie pure ou appliquée effectués au Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble.

Le texte original de ces mémoires étant publié, selon leur importance, dans des revues ou journaux scientifiques divers, le lecteur ne s'étonnera pas si, parfois, certains articles de cet opuscule présentent une pagination particulière, indépendante de celle du précédent ou du suivant, cette pagination étant celle de l'organe où l'article original a paru, et dont l'indication est donnée au bas de la première page. Cet inconvénient est, du reste, minime, puisque chaque article quelque peu important a sa table des matières en première page et que, d'autre part, nous donnons le sommaire général en tête de chaque fascicule.

En réunissant ainsi les divers travaux de notre Laboratoire, notre but n'est pas de fonder un nouveau périodique piscicole, mais simplement de faciliter aux intéressés les recherches bibliographiques en leur présentant, groupés en un ou deux fascicules annuels, ceux de nos travaux qui se rattachent à l'Hydrobiologie pure ou appliquée à la Pisciculture et que, faute de ressources, nous sommes dans la nécessité de disséminer dans des publications diverses.

SOMMAIRE DU FASCICULE II

Louis Léger. — Le goût de vase chez les poissons d'eau douce.

L. Léger et O. Duboscq. — Sporozoaires parasites des Crustacés. — Deux nouvelles espèces de grégarines appartenant au genre Porospora.

L. Léger et O. Duboscq.— Deux grégarines de Crustacés. *Porospora portunidarum* Frenz. et *Cephaloidophora maculata* n. sp.

Ed. Hesse. — Protozoaires nouveaux parasites des animaux d'eau douce. — Un flagellé *Trypanoplasma vaginalis* n. sp. parasite du vagin de la Sangsue et *Adelina octospora* n. sp. nouvelle coccidie des Oligochètes aquatiques.

L. Léger et Ed. Hesse. — Cuidosporidies des larves d'Éphémères.

L. Léger et O. Duboscq. — Champignons parasites des Crustacés. — Sur les Eccrinides des Crustacés décapodes.

Victor Piraud. — Dossiers piscicoles des cours d'eau alpins. — Monographie et carte hydrobiologiques piscicoles des Bassins de Roize et de Vence et des Ruisseaux du Saint-Eynard.

LE GOUT DE VASE
CHEZ LES POISSONS D'EAU DOUCE

Par M. Louis LÉGER,

Professeur à la Faculté des Sciences,
Directeur du Laboratoire de Pisciculture.

C'est un fait bien connu de ceux qui consomment des poissons d'eau douce que certains de ces animaux présentent une saveur particulièrement désagréable qu'on désigne couramment sous le nom de « goût de vase », car on y retrouve, en effet, l'odeur que dégagent les dépôts vaseux de certains marais ou étangs. C'est, d'ailleurs, le plus souvent dans des étangs vaseux, à eau peu ou point renouvelée, que les poissons prennent le « goût de vase » ; d'où l'on est porté à penser que celui-ci est dû à l'imprégnation, directe ou indirecte, du poisson par l'odeur plus ou moins putride provenant de la décomposition des matières organiques dont les produits, en se déposant au fond avec des fines particules minérales, constituent la véritable vase. Et cependant il n'en est rien, car si l'on place, ainsi que nous l'avons fait, des poissons dans des bassins à fond vaseux où ils doivent trouver leur nourriture, ils ne contractent pas forcément ledit goût de vase, même après plusieurs mois. De plus, il est facile de constater que l'odeur putride de la vase est très différente de celle de la chair des poissons dits vaseux. Ce n'est donc pas la vase, produit de décomposition organique, qui donne le mauvais goût

au poisson et l'expression courante de « goût de vase » est impropre.

Certains pisciculteurs[1] ont pensé avec plus de raison, et c'est l'opinion généralement admise actuellement, que le « goût de vase » des poissons tirait son origine de plantes aquatiques du groupe des Characées, incriminant spécialement le *Chara foetida* qui envahit souvent les étangs et possède effectivement une odeur désagréable. Cependant, pour qui connaît bien l'odeur des Chara et celle des poissons vaseux, ces deux parfums sont fort différents, et, d'autre part, nous avons observé bien des fois un goût de vase très prononcé chez des poissons provenant de bassins dépourvus de Chara.

Il importe donc de rechercher ailleurs l'origine du « goût de vase », et cette recherche n'est pas sans intérêt en raison de la dépréciation que subit sur le marché le poisson qui en est affecté.

Dans plusieurs cas même, cette dépréciation fut telle qu'elle donna lieu à une action judiciaire entre acheteurs et vendeurs.

Les observations et expériences que nous avons effectuées à ce sujet nous ont conduit à cette conclusion que le goût de vase est étroitement lié à la présence, dans les eaux, d'algues inférieures, très fréquentes du reste dans les étangs vaseux, les Oscillaires. Et, en effet :

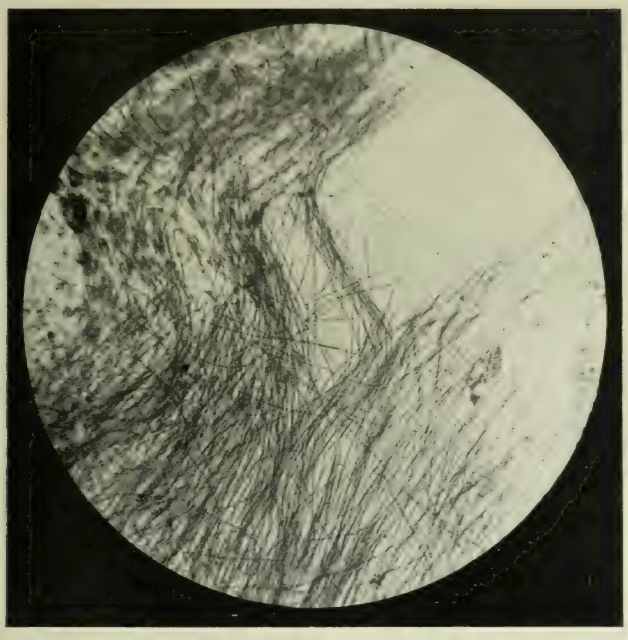
1° Les Oscillaires dégagent abondamment une odeur *sui generis* absolument identique à celle qui caractérise le goût de vase chez les poissons. Il suffit de flairer une culture d'Oscillaire, ou mieux d'en froisser entre les doigts, pour se rendre compte de cette odeur que nous avons obtenue à l'état concentré et douée d'un pouvoir très pénétrant par distillations successives d'une eau chargée de ces algues.

2° Dans toutes les eaux, stagnantes ou mobiles, où les Oscillaires sont nombreuses, formant des colonies sur le fond ou

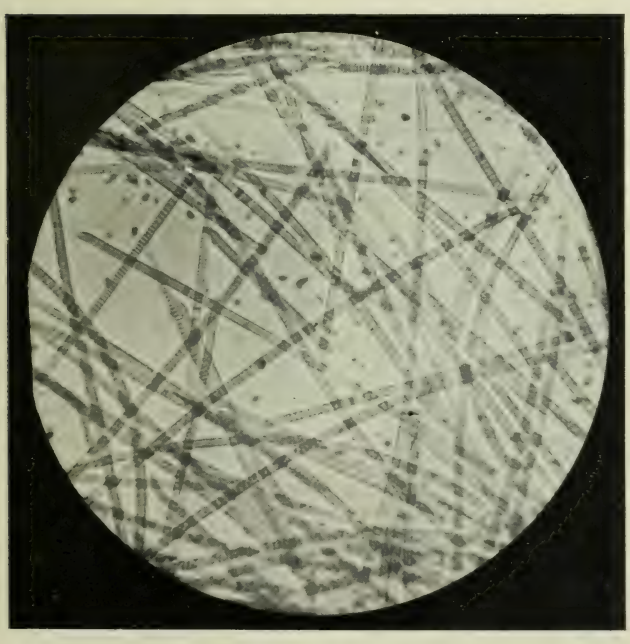
---

[1] Raveret-Wattel, *La Pisciculture*. Paris, 1904.

A



B



Oscillatoria tenuis Ag.-algue d'eau douce dégageant l'odeur dite " de vase "

A grossie 12 fois B grossie 70 fois (Cliché microphot. du laboratoire)

rampant à la surface des plantes aquatiques, les poissons ont le « goût de vase » alors même que les Chara font défaut.

3° Dans certains torrents de montagne, à eau pourtant limpide et aérée, il peut exister des gours où se développe une espèce particulière (probablement encore non décrite) d'Oscillaire fortement odorante. Les poissons qui vivent dans ces gours ont alors le goût de vase.

4° Si les eaux ne renferment pas d'Oscillaires, le poisson n'a pas le goût de vase, même s'il existe des Chara. Dans ce dernier cas et dans des eaux stagnantes et très encombrées de Chara, le poisson peut bien présenter un certain goût particulier dû à ces végétaux, mais faible et différent du goût de vase typique qui est en réalité le goût ou plutôt l'odeur d'Oscillaire.

5° Dans un de nos bassins d'essai alimenté tout d'abord exclusivement par une source de fond et dépourvu d'Oscillaires, les poissons ne présentent aucun goût de vase. Pour augmenter l'alimentation du bassin, nous y amenons l'eau d'un petit ruisseau ayant quelques servitudes ménagères. Au bout de huit mois les Oscillaires, amenées sans doute par le ruisseau, ont envahi l'étang et nos poissons ont pris un « goût de vase » prononcé.

6° Si l'on place des poissons provenant d'une eau très pure et par conséquent dont la chair est dépourvue de tout goût étranger, dans un bassin hébergeant des Oscillaires, on constate au bout de quelque temps que leur chair est fortement imprégnée de l'odeur de vase. Ainsi nous avons mis, au printemps, un lot de Gardons et de Truites arc-en-ciel, provenant de nos lacs d'eau de source, dans un petit étang à fond tapissé d'Oscillaires (*Oscillatoria tenuis* Ag.) et dépourvu de Chara. A la fin de l'automne, les poissons sacrifiés ont un goût de vase si prononcé qu'ils sont presque immangeables.

De ces observations nous croyons donc pouvoir conclure que le goût de vase est le résultat de l'imprégnation, par l'essence d'Oscillaire, de l'organisme du poisson qui vit directement ou indirectement aux dépens de ces algues.

Dans le poisson, les régions glandulaires de la peau (glandes à mucus) et le rein s'imprègent bien plus fortement que la chair elle-même. Il en résulte que les poissons à peau riche en glandes à mucus (Tanches, Anguilles, etc.) prennent toujours fortement le goût de vase.

D'autre part, les Cyprinides (Carpes, Gardons, Tanches, etc.), qui absorbent beaucoup d'algues en même temps que de menus insectes ou vers pour leur alimentation, sont généralement plus imprégnés que les carnassiers, tels que les Perches, les Brochets et les Truites. Ces derniers pourtant n'en sont point exempts, soit qu'ils se nourrissent de poissons herbivores déjà vaseux, soit qu'ils absorbent, ainsi que nous l'avons constaté chez nos Truites arc-en-ciel, des touffes d'Oscillaires avec leurs proies (mollusques, vers, larves d'insectes), lesquelles d'ailleurs, vivant de ces algues, sont déjà saturées de leur odeur.

On sait qu'on peut atténuer sensiblement l'odeur de vase en maintenant le poisson plusieurs jours dans de l'eau courante et pure. Pendant ce temps la plus grande partie de la substance odorante est sans doute éliminée par l'appareil excréteur. Serait-il possible de faire disparaître ou de neutraliser plus rapidement cette odeur? C'est ce que nous allons rechercher maintenant que nous savons l'extraire. Il importera également de mettre à l'étude le problème de la destruction des Oscillaires dans les eaux. En attendant qu'il soit résolu, on ne devra pas oublier, lorsqu'on se propose d'établir des viviers ou des bassins d'élevage aux dépens d'étangs préexistants, que la présence de ces algues est incompatible avec la production d'un poisson de bonne qualité.

SPOROZOAIRES PARASITES DES CRUSTACÉS

DEUX NOUVELLES ESPÈCES DE GRÉGARINES APPARTENANT AU GENRE POROSPORA

Par MM. L. LÉGER et O. DUBOSCQ.

Le genre Porospora n'était représenté que par la seule *Porospora gigantea* du Homard quand, l'année dernière, Marais de Beauchamp (*C. R. Ac. Sc.*, 28 nov. 1910) fit connaître la *Porospora Legeri*, parasite d'un crabe, *Eriphia spinifrons*. Nous avons montré récemment (*Arch. Zool. Exp. N. et R.*, n° 2, 1911) que la Grégarine du *Carcinus Mœnas*, décrite par Frenzel sous le nom de *Aggregata portunidarum*, devait également rentrer dans le genre *Porospora*. A ces trois espèces actuellement connues du groupe des Gymnosporées, nous pouvons aujourd'hui en ajouter deux autres : *Porospora Maraisi* n. sp. de l'intestin du *Portunus depurator* et *Porospora pisae* n. sp. de l'intestin de *Pisa Gibsii*.

Porospora Maraisi n. sp. — La Grégarine du *Portunus depurator* est une espèce peu commune au moins à Cette. Aussi n'avons-nous observé que quelques stades. D'abord un très jeune stade de 24 μ pareil à ceux que décrit de Beauchamp chez *P. Legeri*. Le protomérite est alors très distinct du deutomérite. Puis des sporadins en conjugaison. La longueur des plus petits couples observés était de 640 μ, celle des plus grands de 1.700 μ.

Les deux Grégarines d'un couple sont communément de même longueur. Quand elles sont de taille différente, le primite est ordinairement plus petit que le satellite.

Les grands couples ont l'aspect général de ceux de *P. Legeri*. Le primite montre une structure spéciale, ébauchée déjà chez *P. Legeri*. Il est tout d'une venue, sans étranglement extérieur qui sépare le protomérite du deutomérite. C'est que le septum est incomplet ou au moins remplacé par un collier de fibres radiaires s'épanouissant en éventail sous la cuticule. L'endoplasme deutoméritique se termine donc antérieurement en tronc de cône pour ne prendre contact avec le protomérite que par une surface très petite.

Du sommet du protomérite sort un mucron développé en

Fig. 1. — *Porospora maraisi* × 50
Fig. 2. — *Porospora pisae* × 50

trompe creuse dont l'orifice, à bord crénelé, conduit dans un trajet œsophagien qui se prolonge jusqu'au septum et le traverse.

L'épicyte de toute la Grégarine proémine en lanières longitudinales, fréquemment segmentées et accolées les unes aux autres. Les fibrilles du sarcocyte sont toutes transversales ou circulaires, mais également interrompues et anastomosées. Le noyau pourvu d'un gros nucléole est sphérique et situé vers le milieu du corps.

Le satellite ne montre de cloison protoméritique que dans les jeunes couples et toujours sans le manchon de fibres radiaires.

Les kystes sont fixés à la cuticule rectale tout près de l'anus comme chez *Carcinus Mœnas*. Toujours formés de deux conjugués, ils mesurent de 150 à 250 μ de diamètre. Dans les kystes mûrs, d'assez nombreux noyaux restent inutilisés et épars entre les gymnospores qui mesurent 4 μ de diamètre.

Porospora pisae n. sp. — Nous avons observé à Cette, dans l'intestin de *Pisa Gibsii*, une belle Grégarine appartenant comme la précédente au genre *Porospora*. De toutes les Grégarines de Crustacés, *Porospora pisae* est certainement celle qui se rapproche le plus de la Grégarine du Homard.

Les sporadins, toujours solitaires, peuvent atteindre près de 2 millimètres. Ils sont extrêmement élancés. La partie la plus large ne s'étend qu'au premier dixième de la longueur du corps et ne mesure que 40 μ dans une Grégarine longue de 1.800 μ. C'est dans cette portion la plus large que se trouve toujours le noyau, pourvu d'un très gros nucléole.

En arrière de la région qui contient le noyau, la Grégarine va toujours en s'effilant, de sorte qu'elle mesure moins de 15 μ dans la région postérieure. Il n'y a pas de cloison séparant un protomérite du deutomérite, toutefois une région protomérique d'aspect clair et réfringent, en forme de calotte antérieure, se trouve limitée par un étranglement extérieur et se distingue facilement du deutomérite chargé de grains. En dehors des fibrilles circulaires peu visibles du sarcocyte, on voit antérieurement, immédiatement après la calotte protoméritique, 6 à 8 stries sombres qui semblent de gros myonèmes longitudinaux,

Le développement du sarcocyte explique la grande contractilité de cette Grégarine. Elle progresse par des contractions dont les ondes de grande longueur rendent le corps moniliforme. Quand elle reste immobile à l'état contracté, elle est comme segmentée et elle se replie sur elle-même et se ramasse en peloton à la façon d'un Tænia.

Bien que nous n'ayons pas vu les kystes, nous ne doutons point que la Grégarine du *Pisa Gibsii* ne soit un *Porospora*. Par tous ses caractères, elle ressemble étroitement à la Grégarine du Homard.

De prime abord, on peut être surpris de rencontrer une aussi grande *Porospora* chez un Crabe aussi petit que *Pisa Gibsii*. Les parasites primaires d'un même groupe ont très généralement, en effet, une taille en rapport avec celle de leur hôte, et les parasitologues savent qu'il faut chercher les plus grandes espèces d'un genre de parasites primaires dans les plus grands représentants de l'ordre ou de la famille d'animaux qui les hébergent.

Malgré les apparences, le cas de la Grégarine du *Pisa* confirme la règle. Quand il s'agit de parasites intestinaux, ce n'est pas tant la taille de l'hôte qu'il faut envisager que les dimensions de son tube digestif. Or les *Pisa* sont peut-être les Crustacés qui, après le Homard, ont le plus long intestin moyen. (Voir Vaullegeard, *Bull. Soc. Linn. Norm.*, 1895.)

Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble*, t. XXIII, n° 2.

ARCHIVES DE ZOOLOGIE EXPÉRIMENTALE ET GÉNÉRALE
1911. [5], Tome VI, NOTES ET REVUE, n° 2, p. LIX à LXX
(Extrait)

DEUX GRÉGARINES DE CRUSTACÉS. *POROSPORA PORTUNIDARUM* Frenz. ET *CEPHALOIDOPHORA MACULATA* n. sp.

par L. Léger et O. Duboscq.

Dans une note récente, de Beauchamp (1910) vient de décrire une nouvelle *Porospora*, parasite d'*Eriphia spinifrons* Herbst : trouvaille intéressante puisqu'on ne connaissait comme gymnosporée que la seule *Porospora gigantea* E. v. Bened. dont l'évolution reste énigmatique, la plupart des autres Grégarines de Crustacés semblant devoir rentrer dans les *Cephaloidophora*[1]. Par ses stades végétatifs, *Porospora Legeri* de Beauchamp ressemble beaucoup à certaines *Cephaloidophora*, en particulier à *Cephaloidophora conformis* Dies. qui est le type du genre *Frenzelina* (= *Cephaloidophora*) ; et l'on doit se demander si *Cephaloidophora* et *Porospora* ne tomberont pas en synonymie, *Porospora* représentant la schizogonie et la *Cephaloidophora* la gamogonie d'un même cycle. Pour répondre à la question ainsi posée, de nouveaux documents sont indispensables. Les observations ci-après ne vont pas la résoudre, mais en élargissant le cercle de nos connaissances sur les Grégarines des Crustacés, elles ouvriront peut-être la voie à des recherches plus fructueuses.

Porospora portunidarum Frenzel.

Nous connaissons depuis un certain temps une autre *Porospora* parasite d'un Crabe, et celle-ci est tout simplement la Grégarine du vulgaire *Carcinus mænas* L. que Frenzel (1885) fit connaître sous le nom d'*Aggregata portunidarum* Frenz., en l'indiquant comme parasite à la fois de *Portunus arcuatus* Leach et de *Carcinus mænas* L. Nous n'avons pas de documents personnels sur la Grégarine du *Portunus arcuatus* et nous connaissons seulement dans le *Portunus*

[1] *Cephaloidophora* Mavrod. au lieu de *Frenzelina* Lég. et Dub. Le genre *Frenzelina* ne peut-être maintenu pour les Grégarines puisque nous (1902) l'avons créé alors qu'il était déjà attribué par Penard (1902) à un Rhizopode voisin des *Pamphagus*. D'autre part, presque en même temps que nous, P. Mavrodiadi (1908) proposait le genre *Cephaloidophora* pour des Grégarines de Balanes, qui semblent bien correspondre à nos *Frenzelina*.

depurator L. une Grégarine qui ressemble beaucoup à *Porospora Legeri*. S'il est démontré par la suite que la Grégarine du *Carcinus* est distincte de celle de *Portunus arcuatus*, il sera préférable de réserver à cette dernière le nom spécifique de *portunidarum* que provisoirement nous continuons d'attribuer à la *Porospora* du *Carcinus mænas*.

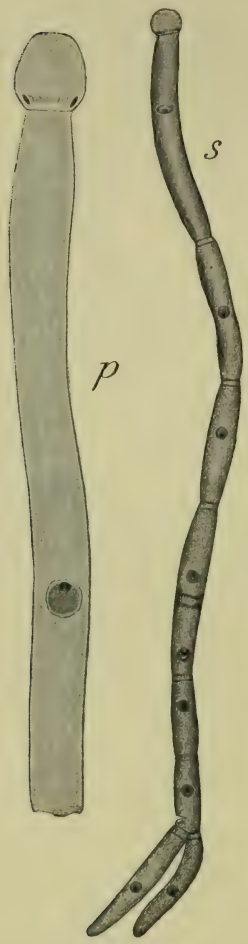


FIG. I. — *Porospora portunidarum* FRENZEL. *p* partie antérieure d'un primite jeune × 670 ; *s* chaîne de 8 individus × 190.

Nous ne connaissons pas le début du développement de *Porospora portunidarum* FRENZ. et nous n'avons observé que des sporadins accouplés. FRENZEL a bien noté leur taille très variable, la conjugaison étant toujours précoce. Tantôt ce sont les syzygies de deux individus comme chez la plupart des Grégarines, tantôt ce sont des chaînes, non pas seulement de 3 ou 4 individus comme l'a vu FRENZEL, mais de 6, 7 ou 8 individus qui atteignent ainsi une grande longueur (près de 1 millimètre). Nous avons rencontré trois chaînes terminées par une paire de Grégarines bien distinctes comme chez *Hirmocystis*. FRENZEL avait fait la même observation chez *Gregarina* (*Porospora* ?) *Dromiæ* FRENZ., tandis que DE BEAUCHAMP a noté la fusion de 2 Grégarines terminales chez *Porospora Legeri*. Dans les trois cas que nous avons observés les deux Grégarines postérieures n'étaient pas symétriques. L'une d'elles prolongeait directement la chaîne et résistait à la pression exercée sur elle par l'autre, que nous pouvons appeler Grégarine adventice (*s*, fig. I).

Les diverses Grégarines d'une même chaîne sont d'une longueur variable et en rapport avec le rang qu'elles occupent. La plus grande Grégarine conduit la chaîne et la taille de celles qui suivent diminue de plus en plus, la dernière Grégarine étant

exceptée. Celle-ci est d'une taille quelconque. Elle peut être la plus petite ou la plus grande, mais très généralement sa longueur est supérieure à celle de la Grégarine qui la précède. Ainsi, dans une chaîne de 3 individus, la deuxième Grégarine est presque toujours la plus petite.

Chez toutes les Grégarines des Crustacés les syzygies se forment selon des règles qu'il serait intéressant de préciser puisqu'elles définiraient les conditions d'accouplement des individus sexués.[1] La règle que nous formulons pour *Porospora portunidarum* doit être modifiée pour *Porospora gigantea*. Nous avons revu l'année dernière dans les Homards de Palavas les syzygies que l'un de nous (Léger **1892**) avait trouvées dans les Homards de Belle-Isle. Ce sont des couples ou des chaînes de trois individus et toujours la Grégarine antérieure est la plus petite, la Grégarine postérieure la plus grande. Il en est de même dans les couples de *P. Legeri*, d'après de Beauchamp. Si le sexe est fonction de la taille et si, par exemple, les plus petites Grégarines sont les mâles, on en conclurait que l'individu directeur ou primite est indifféremment mâle ou femelle selon les espèces, mais du même sexe dans une même espèce. Moins facile est la détermination du sexe des divers individus d'une chaîne et nous ne nous attarderons pas à discuter les différentes hypothèses qu'on pourrait envisager. Il serait plus profitable de trouver un mélange colorant qui permît de distinguer le sexe. La méthode de Mallory, qui nous avait réussi chez *Nina gracilis*, ne nous a rien donné pour les *Porospora*.

Sur la structure des sporadins nous ajouterons peu à la description de Frenzel.

Le protomérite est hémisphérique et ne montre aucune cloison séparant un bouton épiméritique. Toutefois, à l'extrémité antérieure, peut faire saillie par un orifice, une sphérule de cytoplasme hyalin, qui ne semble pas une altération, mais plutôt une sorte de suçoir à l'aide duquel le parasite aspire les sucs cellulaires.

La cuticule protoméritique a des côtes longitudinales aussi marquées que celles du deutomérite. Sous la cuticule, des filaments longitudinaux, qui paraissent appartenir au sarcocyte, semblent le prolongement d'un collier de bâtonnets ou grains sidérophiles

[1] Il n'est pas contradictoire d'admettre la sexualisation des individus des chaînes et leur évolution schizogonique. Beaucoup de Coccidies ont des schizontes sexuellement différenciés.

(*p.* fig. I). Il n'existe dans le protomérite aucune inclusion comparable à un noyau. Les vacuoles, pourvues ou non de grains sidérophiles, qu'on y peut rencontrer sont inconstantes.

Dans les syzygies le protomérite reste distinct. Il disparaît au contraire toujours chez *P. Legeri*, et parfois chez *P. gigantea*. La disparition du protomérite des satellites est pour nous un phénomène contingent et de valeur tout au plus spécifique. A ce propos nous (**1909**) avons déjà dit que le genre *Didymophyes* méritait d'être revisé. On y a inclus des Grégarines de Coléoptères voisines des Clepsidrines et des Grégarines de Crustacés, *Cephaloidophora* ou *Porospora*, qui n'ont que des affinités lointaines avec les premières.

Le deutomérite, cylindrique, très allongé, à extrémité postérieure arrondie, ne présente aucune particularité notable. Le noyau, relativement petit, reste presque toujours sphérique. Il est limité par une membrane bien différenciée. Très généralement il n'existe qu'un nucléole parmi de nombreux grains chromatiques. Après fixation, ce nucléole apparaît soit sphérique, soit en croissant ou même en virgule. Ces apparences singulières nous seront expliquées par l'examen sur le vivant — et pour cette observation *Porospora gigantea* est plus favorable que *P. portunidarum*. On constate en effet qu'un nucléole de *Porospora* se comporte comme une vacuole pulsatile. D'abord massif, il se creuse jusqu'à n'avoir plus qu'une paroi relativement mince enfermant un liquide visqueux clair. En un point la paroi de pyrénine s'amincit. Un micropyle s'ouvre par où, en une ou deux secondes, s'écoule dans le suc nucléaire la substance claire intranucléolaire, pendant que progressivement le nucléole reprend sa structure homogène en passant par des stades en croissant de moins en moins évidé (fig. II). La substance nucléolaire ainsi rejetée paraît se précipiter dans le suc nucléaire et se concréter en un petit grumeau chromatique qu'on trouve en face du micropyle. E. van Beneden (**1869**) a décrit quelque chose d'analogue, la disparition et la réapparition successive des nucléoles, et peut-être même s'agissait-il du phénomène que nous décrivons et qu'il interprétait tout autrement. Quoiqu'il en soit, les structures en croissant des nucléoles fixés s'expliquent par la présence d'une substance visqueuse claire expulsée brutalement au moment de la fixation sans que le nucléole ait le temps de se reconstituer en sphérule homogène.

Les syzygies de *Porospora portunidarum* ne s'enkystent qu'après un long stade d'accroissement. La plupart des kystes mesurent 80 μ environ et les plus gros 120 μ, ce qui laisse penser que les longues chaînes se fragmentent avant de s'enkyster. Rappelons cependant que FRENZEL a observé les kystes à 3 individus.

Nous (**1908**) avons démontré que cet observateur s'était mépris sur la destinée de ces kystes, avec lesquels il confondait les kystes schizogoniques des *Aggregata* (*Eucoccidium*) des Céphalopodes. Il ne doit rester aucun doute sur ce point. Sa figure 32 (pl. XXVI FRENZEL, **1885**), où les corpuscules falciformes sont détachés des reliquats, représente bien un kyste mûr d'*Aggregata*, et on s'en rendra compte en la comparant à l'image du même stade que nous avons donné (fig. 41 pl. VI. LÉGER et DUBOSCQ, **1908**). FRENZEL

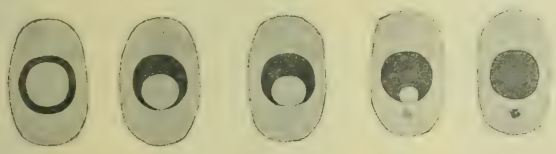


FIG. II. — Nucléole de *Porospora gigantea* E. v. BENED. Stades successifs montrant la transformation d'un nucléole creux en nucléole homogène par l'expulsion de la subtance médullaire.

attribue d'ailleurs aux corpuscules falciformes une longueur de 17 à 19 μ, et d'après nous les schizozoïtes d'*Aggregata eberthi* mesurent 16 à 18 μ. On ne peut être mieux d'accord. Enfin. il trouvait fréquemment, dans ses dissections de Crabes, des germes libres à la suite de la rupture accidentelle des kystes. Il n'aurait jamais fait pareille observation avec les schizozoïtes de *Porospora*. Nous insistons ainsi parce qu'il s'agit d'une question importante de nomenclature. Si FRENZEL avait réellement vu les kystes que nous allons décrire, *Aggregata* serait synomyme de de *Porospora* et le genre *Eucoccidium* LÜHE devrait être maintenu pour les parasites hétéroïques des Crustacés et des Céphalopodes. Mais il n'existe aucun doute : les kystes vus par FRENZEL sont ceux des *Eucoccidium* qui doivent prendre le nom d'*Aggregata*, comme nous l'avons proposé.

Cependant, nous (**1908**) avons eu tort d'appeler *Frenzelina portu-*

nidarum les Grégarines intestinales du *Carcinus mænas*. En effet si l'on examine avec soin l'extrémité postérieure du rectum des *Carcinus* infestés de Grégarines [1], on trouvera, fixés à la cuticule épithéliale par une secrétion adhésive, des kystes semblables à ceux de *Porospora gigantea* et de *Porospora Legeri*. L'évolution de ces kystes concorde en outre avec celle des kystes doubles des *Porospora*.

Au début de la multiplication nucléaire, les noyaux qui sont très petits sont épars. Puis ils se disposent en réseau assez régulier (*a*, fig. III). Ultérieurement ils se groupent progressivement en amas ou en petites morules, ébauche première de gymnospores (*b*, fig. III).

Fig. III. — *Porospora portunidarum* Frenz. *a* portion de kyste avec noyaux en réseau ; *b* portion de kyste avec l'ébauche des gymnospores ; *c* spore échinée ; *d* spore mûre, × 1000.

Par suite de ce développement progressif d'assez nombreux noyaux persistent longtemps, épars entre les gymnospores. On pourrait croire qu'ils représentent un soma qui ne participerait pas à la formation des germes, et cela d'autant plus que certains de ces noyaux sont plus gros que les noyaux des gymnospores. En réalité cette interprétation n'est pas admissible et les noyaux retardataires finissent par former d'autres gymnospores. Seuls, quelques-uns d'entre eux dégénèrent et peuvent être rencontrés à la fin de l'évolution parmi les spores à schizozoïtes radiés.

[1] Les *Carcinus mænas* ne sont infestés de *Porospora portunidarum* que dans certaines localités. Ceux qui nous ont servi de matériel d'étude provenaient tous de l'étang de Pérols. Ils ne sont jamais sacculinés, tandis que ceux de l'étang de Thau, presque tous porteurs de Sacculines et parasités souvent par le *Portunion mænadis*, n'ont jamais de Grégarines.

Dès le début de la formation des gymnospores, les noyaux ovalaires sont entourés d'un plasma hyalin particulier, cytoplasme dense, sans inclusions, qu'on retrouvera dans les schizozoïtes développés. Ceux-ci sont disposés radiairement en petites blastules dans les spores mûres, et si serrés les uns contre les autres qu'il est difficile de les compter. Nous les évaluons à environ une centaine par spore, nombre très inférieur à celui que nous avons donné pour *P. gigantea*.

Avant le développement complet de la spore les schizozoïtes sont plus distincts avec des noyaux bacilliformes moins condensés. Nous pouvons ainsi reconnaître un stade de spores échinulées, qui mesurent de 6 à 7 μ (*c*, fig. III), précédant le stade de spores mûres où celles ci n'ont que 5 μ de diamètre environ (*d*, fig. III). Ces deux stades s'observent pareillement dans la *Porospora* du Homard où ils sont très faciles à distinguer sur le vivant. La spore échinée à surface irrégulière ne montre pas de reliquat central, tandis que la spore mûre, plus transparente, a, par suite de la condensation de ses éléments, un diamètre moindre malgré la présence d'une cavité centrale avec reliquat. La spore échinulée est sûrement nue, et nous ne pouvons pas affirmer que la gymnospore mûre n'ait pas une fine enveloppe. Il ne semble pas exister de kystes de *Cephaloidophora* dans les excréments du *Carcinus mænas*.

Cephaloidophora maculata n. sp.

Nous avons rencontré à Roscoff dans l'intestin d'un certain nombre de *Gammarus marinus* Leach une Grégarine nettement différente de la *Didymophyes longissima* Siebold (1839) des *Gammarus* et *Orchestia* et beaucoup plus éloignée encore des Monocystidées vues chez *Niphargus subterraneus* par Lachmann (*Zygocystis*) (1859) ou chez *Gammarus locusta* par Minchin (1903). Nous la décrirons sous le nom de *Cephaloidophora maculata* n. sp.

Les plus jeunes stades observés par nous mesurent déjà 24 μ de long et 14 μ de large (fig. IV) et ont la structure des stades plus âgés. Ce sont de petites Dicystidées trapues avec un cône épimeritique très surbaissé, nettement séparé du protomérite par une cloison. Cet épimérite rudimentaire apparaît fait d'un plasma hyalin très clair aussi bien sur le vivant que sur les préparations colorées. On y trouve tout au plus comme inclusions quelques grains réfrin-

gents. Le protomérite est caractérisé par un cytoplasme d'aspect tout autre que celui du deutomérite et ces différences s'accentuent avec l'âge. Tandis que sur le vivant le deutomérite a un cytoplasme très dense et de couleur jaune noirâtre, le protomérite paraît très clair, comme gaufré et nacré. Les préparations fixées et colorées montrent que protomérite comme deutomérite sont bourrés de grains de paramylon, mais qu'en plus, dans le protomérite, une substance muqueuse ou chromidiale imprègne par plages le cyto-

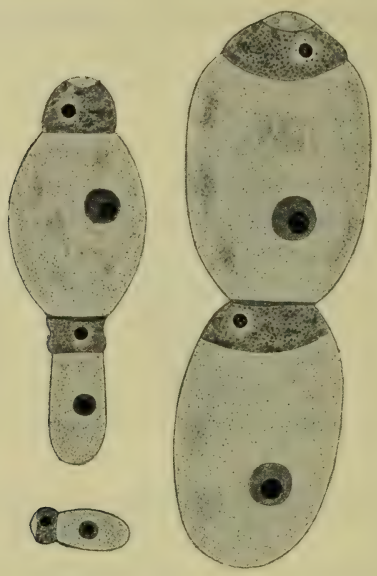


Fig. IV. — Un jeune stade et 2 syzygies de *Cephaloidophora maculata* n. sp.; sublimé carmin boracique. × 600.

plasme. C'est cette substance qui donne sur le vivant l'aspect clair au protomérite et le rend plus foncé que le deutomérite après coloration au carmin.

Le noyau toujours contenu dans le deutomérite, est petit et sphérique. Son nucléole paraît toujours unique et les grains chromatiques sont nombreux. En outre de ce noyau normal deutomérite, il existe constamment dans le protomérite un « corps nucléoïde » pareil à celui que l'un de nous (Léger, **1906**) a rencontré dans la *Gregarina socialis* d'*Eryx ater*. C'est un corpuscule karyosomien sphérique, homogène ou creusé de 2 ou 3 petites

vacuoles, qui est situé au centre d'une area claire, semblant parfois en communication avec l'épaississement ectoplasmique du sommet protoméritique par un court canal, et paraissant limité en certains cas par une membrane. Ce corpuscule se colore vivement par le carmin et par l'hématoxyline ferrique. Il prend faiblement le vert de méthyle acétique, mais toujours autant et même plus que la chromatine du noyau deutoméritique. Nous avons donc toutes raisons de croire qu'il s'agit là d'un élément comparable au noyau protoméritique de *Nina gracilis* Greb. Il faudrait connaître son origine pour préciser sa valeur morphologique et nous ne connaissons pas les stades très jeunes. On trouve ainsi chez les petites Grégarines de 23 μ un karyosome protoméritique de 2 μ, c'est-à-dire presque aussi gros que celui des Grégarines adultes qui ne dépasse guère 3 μ.

Par son aspect et sa structure, la Grégarine de *Gammarus marinus* ressemble beaucoup à la *Cephaloidophora fossor* du Pinnothère.

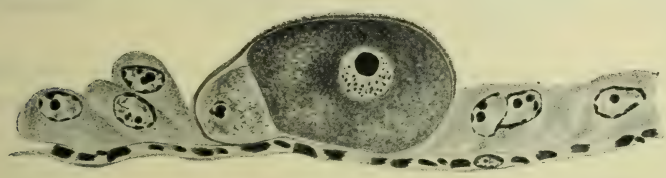


Fig. V. — *Cephaloidophora maculata* n. sp. dans l'épithélium intestinal de *Gammarus marinus*. Bouin, Hémat. ferrique, × 850.

Elle la rappelle encore plus par sa situation particulière dans l'épithélium. Tous les jeunes stades nous ont paru intracellulaires ; puis, quand la Grégarine a atteint une certaine taille (35 à 45 μ), elle devient intercellulaire, couchée qu'elle est sur la basale après disparition totale des cellules dont elle occupe la place (fig. V).

Dans cette situation la Grégarine perd sa symétrie axiale et le côté qui s'aplatit contre la basale semble une face de reptation opposée à une face dorsale bombée.

Plus tard, lorsqu'elle est longue de 40 à 50 μ, la Grégarine abandonne sa situation intercellulaire pour gagner la lumière intestinale. Ce n'est pas encore le moment de la conjugaison et pour terminer son accroissement — telle *Lankesteria ascidiæ* (Cf. Siedlecki, **1901**) — elle se pique droit sur une cellule épithéliale

pour vivre à ses dépens. Enfin elle devient le sporadin qui s'accouple.

Nous n'avons rien à signaler de notable dans les changements de structure du stade d'accroissement. L'épimérite, cône proéminent dans les jeunes stades, n'est plus dans les grandes Grégarines grandes qu'une lentille enchâssée dans le protomérite. Le noyau et son nucléole croissent en même temps que le deutomérite. Le noyau protoméritique au contraire, qui n'a pas été vu inférieur à 2 μ, mesure 3 μ dans une Grégarine de 30 μ et ne grandit plus par la suite. Enfin, en s'accroissant, la Grégarine change de forme, et, de cylindrique qu'elle était, devient progressivement plus ou moins ovoïde.

Les Grégarines qui se conjuguent ont une taille variable et grossissent encore après l'accouplement. Ainsi nous trouvons des syzygies dont le primite a moins de 60 μ et le satellite moins de 40 μ de longueur, tandis que la taille des individus de la plupart des couples est de 80 μ environ. Il est de règle que le primite soit le plus volumineux, le satellite plus élancé étant parfois aussi long.

Nous avons suivi l'enkystement sur le vivant. Les deux Grégarines se replient d'abord l'une sur l'autre, de sorte que leurs épimérites se trouvent aux deux pôles opposés (*a* fig. VI); mais elles ne se séparent pas en s'arrondissant et quand l'enkystement est terminé, l'un des épimérites tranche en clair à l'un des pôles du kyste, l'autre étant resté au plan de séparation (*b* fig. VI) : preuve que le primite et le satellite conservent toujours leurs rapports.

Les Grégarines enkystées sécrètent autour de la membrane commune ou endocyste une couche gélatineuse de 15 à 20 μ d'épaisseur, qui protège le kyste contre les bactéries. Au bout de 48 heures la sporulation est effectuée, évolution rapide qu'explique peut-être la petite taille des kystes. Nous en avons vu dont le plus grand diamètre de l'endocyste ne dépassait pas 60 μ. La taille moyenne est de 85 μ de diamètre pour les premiers stades. A la fin de l'évolution le kyste se gonfle et atteint fréquemment 100 μ.

Nous n'avons pas vu de corps de reliquat, mais seulement des granulations résiduelles parmi lesquelles certaines, qui sont chromatiques, représentent sans doute des gamétes inutilisés. On les trouve fréquemment accolées à la face interne de l'endocyste.

Les spores ou sporocystes sont sphériques ou subsphériques, et

mesurent 4 μ de diamètre environ. Elles paraissent avoir un pôle aplati ou peut-être seulement un disque de substance adhésive, mais elles sont facilement déformables. Pour tout ornement de la paroi, on aperçoit une fine ligne circulaire pouvant correspondre au léger renflement équatorial des spores de *Cephaloidophora* (*Frenzelina*) *conformis* (*d* fig. VI).

Nous n'avons réussi à colorer que des spores anormales ou incomplètement développées. Celles-ci nous montrent tantôt une masse cytoplasmique avec 4 noyaux, tantôt 4 sporozoïtes courts bien individualisés. Ce sont là des microspores pareilles à celles que

FIG. VI. — *Cephaloidophora maculata* n. sp. *a*, début de l'enkystement; *b*, kyste avant la multiplication nucléaire ; *c*, kyste après la fécondation. *a*, *b*, *c*, vus sur le vivant, × 300. *d*, sporocystes, × 1500.

nous avons décrites chez *Cephaloidophora conformis*, mais elles sont peu nombreuses, tandis que, communément, nous rencontrons dans nos préparations des spores non colorées où l'on distingue une sphérule pâle qui est un reliquat avec 8 corpuscules réfringents représentant certainement les noyaux des sporozoïtes. Les spores normales sont donc octozoïques et leur forme est assez voisine de celle des spores de *Cephaloidophora conformis* pour justifier pleinement le rattachement de notre nouvelle espèce à ce dernier genre.

AUTEURS CITÉS

1910. BEAUCHAMP (P. Marais de). — Sur une Grégarine nouvelle du genre Porospora. *C. R. Ac. Sc.* T. 151, 28 Novembre.

1869. BENEDEN (E. van). — Sur une nouvelle espèce de Gregarina désignée sous le nom de Gregarina gigantea. *Bull. Ac. Roy. Belg.* S. 2, T. 28.

1885. FRENZEL (I.). — Ueber einige in Seetieren lebende Gregarinem. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd 24.

1859. Lachmann. Ueber einige Parasiten des Brunnen Floh-Krebse- (Gammarus puteanus). *Rheinland und Westphal. Correspond.* Bd 16.

1892. Léger (Louis). — Recherches sur les Grégarines. *Tabl. Zool.* III.

1906. Léger (Louis). — Étude sur Tœniocystis mira Léger, Grégarine métamérique. *Arch. f. Protist.* Bd VII.

1907. Léger (L.) et O. Duboscq. — L'évolution des Frenzelina n. g., Grégarines intestinales des Crustacés décapodes. *C. R. Ac. Sc., 4 novembre 1907.*

1908. Léger (L.) et O. Duboscq. — L'évolution schizogonique de Aggregata (Eucoccidium) Eberthi. *Arch. f. Protist.* Bd XII.

1909. Léger (L.) et O. Duboscq. — Études sur la sexualité chez les Grégarines. *Arch. f. Protist.* Bd XVII.

1908. Mavrodiadi (P.). — Les Balanes de la Mer Noire et les Grégarines leurs parasites. Note préliminaire (en russe) *Mém. Soc. Natural. Nouvelle-Russie. Odessa.* XXXII.

1903. Minchin (E.). — The Sporozoa in : *A Treatise on Zoology*, edit. by Ray Lankester.

1902. Penard (E.). — Faune rhizopodique du bassin du Léman. Genève.

1895. Pfeiffer (L.). — Die Protozoen als Krankheitserreger, Nachträge Iena, in-8° : p. 60.

1839. Siebold (Th. von). — Beiträge zur Naturgeschichte der wirbellosen Thiere. IV. Ueber die zur Gattung Gregarina gehörigen Helminten. *Neueste Schriften der naturforsch. Gexllsch. Danzig.*

1901. Siedlecki (M.). — Contribution à l'étude des changements cellulaires provoqués par les Grégarines. *Arch. d'anat. micr.* IV.

PROTOZOAIRES NOUVEAUX PARASITES DES ANIMAUX D'EAU DOUCE

Par M. Ed. HESSE.

I

TRYPANOPLASMA VAGINALIS, N. SP., PARASITE DU VAGIN DE LA SANGSUE[1]

On sait que, en dehors des nombreuses espèces de *Trypanoplasma* parasitant le sang des Vertébrés, il en existe aussi quelques-unes qui sont parasites dans d'autres milieux, telles sont : *T. intestinalis* Léger, de l'intestin de *Box loops* L.; *T. ventriculi* Keysselitz, de l'intestin de *Cyclopterus lumpus* L., et *T. helicis* Leidy, du réceptacle séminal des *Helix*. Nous en avons observé une nouvelle espèce qui habite exclusivement les organes génitaux femelles des Sangsues : *Hirudo medicinalis* L. et *Aulastomum gulo* Braun, et à laquelle nous donnons le nom de *Trypanoplasma vaginalis* n. sp.

Ce Trypanoplasme non sanguicole est très fréquent; nous l'avons rencontré chez toutes les Sangsues médicinales que nous avons examinées et provenant soit de diverses officines de pharmaciens, soit des quelques marais des environs de Grenoble où elles existent à l'état spontané. *Trypanoplasma vaginalis* se

[1] Reproduction d'une note parue dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, T. 151, n° 8 (22 août 1910), p. 504.

trouve aussi communément chez les Aulastomes provenant des mêmes stations que les *Hirudo* parasitées.

Tr. vaginalis se présente habituellement sous deux aspects : des individus fusiformes, étroits et allongés, et des individus piriformes, massifs.

Les individus fusiformes ont leur extrémité antérieure légèrement tronquée, l'extrémité postérieure étant au contraire en général assez longuement acuminée. Il en existe de petits ayant 6 à 7 μ de long sur 1 μ d'épaisseur, avec un fouet antérieur de 8 μ et un fouet postérieur de 4 à 5 μ ; d'autres, au contraire, atteignent jusqu'à 15 μ de long sur 2 à 3 μ d'épaisseur, avec un flagelle antérieur de 17 μ et un flagelle postérieur de 8 à 10 μ.

La membrane ondulante est peu développée; très perceptible sur le vivant à cause de ses mouvements, elle est à peine visible chez les parasites fixés et colorés. Le flagelle postérieur est très mobile, moins cependant que l'antérieur; il paraît parfois se détacher du corps un peu avant l'extrémité postérieure pointue de celui-ci.

Le noyau, visible seulement sur les préparations colorées, est toujours plus rapproché de l'extrémité antérieure. Dans son voisinage s'observe le blépharoplaste qui a la forme d'une baguette simple ou fragmentée en tronçons inégaux (fig. *a*).

Trypanoplasma vaginalis
a) individu fusiforme ; *b)* individu piriforme ; *c)* amibe ; *d)* kyste × 2.000

Les deux fouets prennent naissance à une faible distance en avant de ce blépharoplaste; nous n'avons pu distinguer nettement leurs racines, sans doute à cause des granulations colorables qui remplissent le cytoplasme. La présence de ces granulations empêche aussi de percevoir des myonèmes longitudinaux que nous avons pu cependant mettre en évidence dans certains cas.

De même que les individus fusiformes, les individus piriformes sont de taille très variable. Nous en avons observé qui mesuraient 6 μ de long sur 4 μ dans leur plus grande épaisseur, avec un fouet antérieur de 7 μ et un fouet postérieur de 4 μ, tandis que d'autres atteignaient jusqu'à 16 à 17 μ sur 12 μ.

Chez ces formes massives, la membrane ondulante n'est plus guère visible, même *in vivo,* et les fouets sont peu mobiles. Les parasites semblent présenter des mouvements amœboïdes. Le blépharoplaste, toujours étroitement accolé au noyau, est plus court que chez les individus fusiformes, plus épais et toujours massif, non morcelé (fig. *b*). Chez les individus les plus volumineux, le fouet postérieur est souvent libre, et alors il est dirigé en avant comme le fouet antérieur.

On rencontre en outre dans les organes infestés, parmi les Trypanoplasmes, des organismes amœboïdes, à cytoplasme très cyanophile, remplis de grosses granulations réfringentes (fig. *c*) et des kystes arrondis dans l'intérieur desquels plusieurs noyaux sont visibles au milieu d'une masse cytoplasmique assez dense (fig. *d*).

Peut-être convient-il de rattacher ces organismes au cycle évolutif de *T. vaginalis?* Les individus volumineux, à deux flagelles libres, chez lesquels nous avons constaté parfois l'atrophie de ces organes locomoteurs, constitueraient alors des formes de passage entre les Trypanoplasmes piriformes massifs et les Amibes.

D'ailleurs, nous ferons connaître plus amplement le *T. vaginalis* dans un prochain mémoire en discutant ses relations avec le *Trypanomonas Danilewskyi* Labbé signalé en 1891 par Labbé dans l'intestin du même hôte.

II

ADELINA OCTOSPORA, N. SP., NOUVELLE COCCIDIE DES OLIGOCHÈTES AQUATIQUES

Les Coccidies sont des parasites très répandus; on en a signalé en effet de nombreuses espèces chez les Vertébrés, chez les Mollusques et chez les Arthropodes. Chez les Annélides elles sont cependant assez rares et si l'on en connaît sûrement quelques espèces chez les Polychètes, aucune forme n'a été jusqu'ici précisée d'une façon suffisante chez les Oligochètes. Les seuls documents que nous possédions à ce sujet se rapportent en effet à des stades douteux signalés par Beddart (1888) dans la cavité générale de *Perichaeta novaezealandiae* Beddart et de *Megascolex armatus* Beddart, et par Mrazek (1910) chez les Tubificides.

Nous avons eu l'occasion d'observer une espèce nouvelle chez des *Slavina appendiculata* Udek. recueillis dans les marais de Montessaux (Haute-Saône) au cours de l'automne 1910.

Ce parasite appartient à la famille des *Adeleidae,* au sens de Léger, d'après la nouvelle classification (1911) donnée par cet auteur. Il s'y range au voisinage du genre *Adelea* s. st. (Schneider) dont il se distingue cependant très nettement par son ookyste sphérique à paroi résistante et ses sporocystes sphériques au nombre de 8, tandis que chez *Adelea ovata,* espèce type de Schneider, l'ookyste est ovoïde à paroi frêle, et les sporocystes, très nombreux, sont discoïdaux. Ces différences importantes dans les caractères morphologiques nous ont décidé à créer, pour notre nouvelle espèce, le genre *Adelina* dans lequel doivent également rentrer les diverses espèces d'*Adelea* à kystes et à sporocystes sphériques et résistants qui ont été décrites chez les insectes, ainsi que je l'ai montré dans un travail récent (1911).

L'espèce, parasite des *Slavina,* dont la description suit est désignée sous le nom d'*Adelina octospora* en raison de la cons-

tance du nombre des sporocystes contenus dans l'ookyste et que nous avons toujours trouvé égal à 8.

Adelina octospora est exclusivement cœlomique, elle vit d'abord dans les cellules chloragogènes ou dans les cellules péritonéales, mais elle ne tarde pas à tomber dans la cavité générale où elle flotte parmi les leucocytes. C'est un parasite assez fréquent, nous l'avons rencontré dans les trois quarts des *Slavina* examinés. On l'observe soit à l'état végétatif pendant lequel il se multiplie par schizogonie, soit à l'état sporulant.

Il existe une schizogonie indifférenciée et une schizogonie sexuellement différenciée. Les schizontes indifférenciés ont de 18 à 20 μ de diamètre et sont sphériques ou ovoïdes; ils donnent des schizozoïtes nombreux, disposés en barillets ou irrégulièrement et dont le noyau ne présente pas de karyosome.

La différenciation sexuelle se manifeste déjà dans la schizogonie gamétogène. Les jeunes microgamétocytes ont un cytoplasme dense, finement granuleux; leur noyau ne présente pas de karyosome ou seulement un petit karyosome excentrique, marginal. Ils se forment en petit nombre (de 8 à 12) aux dépens du schizonte mâle qui mesure 15 μ en moyenne (fig. *b*).

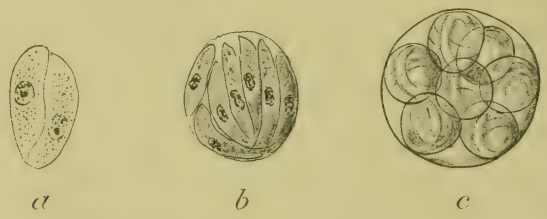
Les schizozoïtes qui vont devenir des macrogamètes naissent seulement au nombre de deux ou quatre dans un même schizonte. Ils ont un cytoplasme peu dense, alvéolaire, et leur noyau renferme un karyosome central assez volumineux, mais parfois peu colorable par le fer. Ces schizozoïtes femelles sont plus épais et plus courts que les microgamétocytes (fig. *a*).

L'accouplement a lieu de bonne heure. L'individu femelle ou macrogamète est ovoïde ou sphérique, son cytoplasme, nettement alvéolaire, renferme un gros noyau sphérique qui contient un gros karyosome. Le microgamétocyte, en forme de croissant renflé à une extrémité, s'applique contre la femelle. Son noyau possède un petit karyosome ou parfois même en est dépourvu au début. On observe très souvent plusieurs de ces éléments accolés à une même femelle.

Le microgamétocyte grossit peu (15 μ × 6 μ), il change de forme, se raccourcit, devient ovoïde irrégulier, la face tangente à la femelle s'appliquant étroitement sur celle-ci et se moulant sur son contour. Parfois, par suite de la croissance de la femelle, il se trouve logé dans une concavité creusée à la surface de celle-ci; parfois aussi, le contact est moins intime et le microgamétocyte, sphérique ou ovoïde, touche seulement la femelle en un point. Il existe entre les cytoplasmes et les noyaux des conjoints de sensibles différences sur lesquelles nous reviendrons dans un mémoire ultérieur.

Le macrogamète grossit notablement; il est ovoïde ou sphérique et atteint jusqu'à 23 μ sur 20 μ. Lorsqu'il a atteint sa taille définitive, le microgamétocyte a mûri, son noyau s'est divisé en quatre noyaux-fils qui ont émigré à la surface du cytoplasme où ils se sont condensés en s'allongeant légèrement.

Nous n'avons pas suivi les détails de la fécondation. Les ookystes mûrissent dans le cœlome de l'hôte; ils sont sphériques et atteignent de 19 à 23 μ de diamètre; leur paroi, assez épaisse, est rigide. Ils renferment à leur maturité 8 sporocystes sphériques, à enveloppe épaisse, de 7 μ, 5 à 9 μ de diamètre et contenant deux sporozoïtes, recourbés en demi-cercle et placés dans deux plans perpendiculaires (fig. *c*). Au centre du sporocyste, dans l'espace laissé libre dans la concavité des sporozoïtes, on aperçoit un reliquat granuleux.



Adelina slavinæ Hesse
a) Schizonte binaire femelle ; *b)* schizonte mâle ; *c)* ookyste mûr × 1.000 d.

Les ookystes mûrs se rencontrent assez nombreux et libres dans le liquide cœlomique de l'hôte. Il est probable que seule la

destruction de l'hôte peut les mettre en liberté, car leur dimension nous paraît trop considérable pour qu'ils puissent être normalement expulsés par les néphridies.

Diagnose.

Genre **Adelina** Hesse. Coccidie de la famille des *Adeleidae*. Ookyste sphérique ou subsphérique à paroi épaisse rigide. Sporocystes sphériques à paroi épaisse, renfermant deux sporozoïtes.

Adelina octospora Hesse. Caractère du genre : ookyste 19 à 23 μ, renfermant 8 sporocystes de 8 μ en moyenne. Habitat : cavité générale de *Slavina appendiculata* d'Udek. Localité : Marais de Montessaux (Haute-Saône), en septembre.

Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble*, t. XXIII, n° 2.

CNIDOSPORIDIES DES LARVES D'ÉPHÉMÈRES

Par MM. L. LÉGER et Ed. HESSE.

Nous avons rencontré dans les larves d'*Ephemera vulgata* L. trois genres différents de Cnidosporidies : l'un vit exclusivement dans les cellules épithéliales de l'intestin, c'est un *Nosema* typique qui paraît déjà avoir été observé par Schneider; nous le désignerons sous le nom de *N. Schneideri.* Le deuxième, localisé dans les corps graisseux, rentre également dans les Microsporidies. Le type singulier de sa sporulation nous engage à créer pour lui un genre nouveau; nous l'appellerons *Stempellia mutabilis.* Le troisième habite, comme le précédent, le tissu adipeux; il présente à la fois des caractères de Micro et de Myxosporidie, nous le nommerons *Telomyxa glugeiformis* et nous discuterons plus loin sa position systématique.

Nosema Schneideri peut coexister avec l'une ou l'autre des deux autres formes, mais ces deux dernières habitant le tissu graisseux s'excluent mutuellement.

Nosema Schneideri[1] n. sp. — Le *Nosema Schneideri* se développe dans les cellules épithéliales de l'intestin moyen de la

[1] Lutz et Splendore, en 1908, ont signalé dans l'intestin de larves d' « Ephémérides » du Brésil deux variétés de Microsporidies qu'ils rapportent au genre *Nosema.* La diagnose qu'ils en donnent est insuffisante et la détermination de l'hôte trop imprécise pour qu'il soit possible d'en tenir compte.

larve d'Ephémère qu'il envahit parfois en totalité et où il évolue selon le type monosporé qui caractérise ce genre. Les schizontes sphériques, de 2 μ de diamètre, se multiplient activement par division binaire et finalement la cellule est remplie de sporontes monosporés et de spores qui la distendent. Puis les spores mûres tombent par paquets dans la cavité intestinale. Ces spores sont ovoïdes, de 4 μ sur 2 μ, avec un long filament de 90 μ. Le pôle par lequel s'échappe le filament montre une petite calotte chromatique. Le parasite ne semble pas provoquer une hypertrophie notable de la cellule hôte dont il respecte le noyau.

Stempellia mutabilis n. g., n. sp. — *Stempellia mutabilis* se développe exclusivement dans le corps graisseux et se présente, au terme de son évolution, sous forme de kystes sphériques ou ovoïdes disséminés dans le tissu adipeux et autour desquels les cellules épargnées réagissent en formant une enveloppe conjonctive assez épaisse. Dans chacun de ces kystes de dimensions variées, mais souvent de grande taille (jusqu'à 120 μ), se voient de nombreux parasites, la plupart au stade de sporontes aux divers états de leur développement. Ces sporontes présentent cette particularité extrêmement remarquable d'évoluer, les uns vers le type octosporé (*Thelohania*), les autres (en nombre à peu près égal aux précédents) vers le type tétrasporé (*Gurleya*), d'autres enfin, plus rares, vers le type disporé (*Perezia*) ou monosporé (*Nosema*).

La distinction entre tous ces genres de Microsporidies étant, comme on le sait, basée sur le nombre des spores produites par chaque sporonte, il n'y a aucune raison pour faire rentrer notre parasite plutôt dans l'un que dans l'autre et nous créerons pour lui le genre *Stempellia* (dédié au protistologue Stempell).

La taille des spores varie de 2 μ à 6 μ; ce sont les spores isolées qui sont le plus volumineuses; celles qui sont groupées suivant le type *Gurleya* sont piriformes; les autres sont, en général, ovoïdes.

Au terme de leur développement, les kystes peuvent tomber

dans la cavité générale et, à un examen superficiel, on pourrait les prendre pour de grosses *Glugea* dans lesquelles les spores seraient groupées suivant les types les plus divers; mais une observation plus attentive montre, parmi les sporontes avec leurs groupements variés de spores, des stades végétatifs à contour à peine visible et de nombreux noyaux dégénérés de cellules adipeuses détruites par le parasite.

Telomyxa glugeiformis n. g., n. sp. — De même que l'espèce précédente, *Telomyxa glugeiformis* se rencontre dans le corps graisseux des larves d'Ephémère. Au terme de son développement, le parasite se substitue complètement à ce tissu, sans que celui-ci réagisse contre l'envahissement. Tous les autres organes sont respectés. Les larves fortement infestées sont d'un blanc crayeux; leurs mouvements sont très indolents et elles finissent par périr. Le parasite se montre alors sous forme de spores innombrables, remplissant le tissu envahi, tantôt libres, tantôt groupées en sphérules de 8, 16 ou *n* éléments, dont chacune représente le terme de l'évolution d'un sporonte.

Les spores mûres examinées *in vivo* sont ovoïdes, brillantes, réfringentes et ne montrent aucun détail de structure. Elles ont l'aspect des spores de Microsporidies avec une taille, toutefois, un peu plus grande (6 μ.50 sur 4 μ) et, pour la plupart, leurs deux pôles semblables et arrondis, ce qui leur donne un contour elliptique.

Après fixation et coloration, on constate que la spore présente deux capsules polaires volumineuses placées bout à bout et la remplissant presque complètement, laissant seulement, dans la zone équatoriale, autour de leur point de contact un étroit espace annulaire retenant fortement la couleur et dans lequel se trouve le germe décelé par deux noyaux punctiformes. On distingue, en outre, mais plus difficilement, deux minuscules noyaux valvaires et deux noyaux capsulaires. Dans chaque capsule se trouve un long et grêle filament de 90 μ environ. Les filaments s'échappent par les pôles opposés parfois latéralement.

Par la taille, la forme et l'aspect général de ses spores, la petitesse des noyaux du germe et des noyaux accessoires, l'invisibilité des capsules à l'état frais, la longueur des filaments, le mode de sporulation (trophozoïte se transformant complètement en 8 ou *n* spores à la fin de son évolution), le caractère de son parasitisme infiltrant, puis généralisé dans la totalité d'un même tissu, enfin son siège dans un Insecte, le *Telomyxa* est une Microsporidie ou Cryptocyste. Mais, d'autre part, ses spores à deux capsules le classent dans les Myxosporidies s. str. (Phénocystes).

Telomyxa présente donc à la fois des caractères de Micro et de Myxosporidie; à ce titre, il mérite de constituer une famille transitionnelle (la famille des *Telomyxidae*) que l'on rattachera à l'un ou l'autre de ces deux ordres, selon que l'on donnera la prépondérance au nombre des capsules (class. artificielle) ou à l'ensemble des caractères évolutifs (class. naturelle). Nous discuterons plus longuement cette question en donnant les figures de cette importante espèce. Pour le moment, nous ferons seulement remarquer combien est fragile la barrière établie par les classiques actuels entre les Phéno et les Cryptocystes (Myxo et Microsporidies). Elle est aujourd'hui, en effet, franchissable par deux voies différentes : par *Telomyxa*, d'une part, avec ses spores dicapsulées et ses caractères microsporidiens, par *Coccomyxa,* d'autre part, avec ses spores monocapsulées et ses caractères myxosporidiens.

CHAMPIGNONS PARASITES DES CRUSTACÉS(*)

SUR LES ECCRINIDES DES CRUSTACÉS DÉCAPODES

Par MM. L. LÉGER et O. DUBOSCQ.

Nous avons déjà fait connaître dans un Crustacé décapode, *Paguristes maculatus* Risso, une Eccrinide particulière *Arundinula capitata* Lég. et Dub., dont nous avons suivi le cycle évolutif [1]. Ce parasite, après une reproduction par microconidies et macroconidies dans l'estomac et le rectum de *Paguristes,* émet des spores durables, pourvues d'appendices polaires, au moment de la mue de son hôte.

La même *Arundinula,* ou une espèce très voisine, existe chez *Eupagurus cuanensis* Thomps.

Nous avons signalé dans *Eupagurus Prideauxi* Leach une *Arundinula incurvata* Lég. et Dub. observée une seule fois à Banyuls. Nous n'en connaissons que les formes stomacales remarquables par leur taille et l'enroulement en crosse de leur base. L'espèce est encore insuffisamment caractérisée.

A Roscoff, *Porcellana platycheles* Penn. contient parfois une autre *Arundinula* qui est sûrement une bonne espèce. Nous l'appellerons *Arundinula porcellanæ* n. sp. Des stades jeunes,

---

(*) Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble,* tome XXIII, n° 1, 1er trimestre 1911.

[1] *C. R. Ac. Sc.,* septembre 1905.

rectilignes, fixés par un pavillon moitié plus large que le diamètre du thalle et terminés par un gland jaunâtre, cylindrique allongé, deviennent de petits filaments à microconidies, n'ayant que 8 μ de diamètre transversal. Les filaments à macroconidies, toujours plus gros (16 μ), avec, au début de l'accroissement, un gland brunâtre ellipsoïdal, sont enroulés en spirale. Les uns forment seulement quelques macroconidies de 22 μ de longueur environ. Les autres ont toute leur extrémité distale segmentée en nombreuses macroconidies de 6 μ de long sur 16 μ de large. Filaments à microconidies et à macroconidies coexistent ainsi dans le rectum des *Porcellana,* tandis que les filaments à microconidies des *Arundinula* des Pagures ne se développent que dans l'estomac de leur hôte.

Il existe chez les Crustacés décapodes d'autres Eccrinides nettement différentes des *Arundinula* et paraissant se rapprocher de l'Eccrinide de l'Isopode *Helleria brevicornis,* sans avoir cependant le thalle cloisonné caractéristique du genre *Eccrinopsis.* Tel est une Eccrinide que nous avons rencontrée à Roscoff dans le rectum de *Carcinus mœnas* L. et que nous décrirons sous le nom de *Tæniella carcini* n. g. n. sp.

Les filaments de *T. carcini,* localisés à l'extrémité postérieure du rectum du Crabe, atteignent 2 millimètres de longueur, les plus larges n'ayant pas plus de 12 μ de diamètre. Les stades jeunes ressemblent à ceux d'*Eccrinopsis,* c'est-à-dire que la partie distale représentant le gland a la même structure que le filament, tout en étant bien limitée par une coudure ou un étranglement. Le pavillon de fixation n'est, à sa base, guère plus large que le thalle.

Nous n'avons rencontré comme éléments reproducteurs que des microconidies ou des spores durables. Les premières terminent, en pile de monnaie, au nombre de 150 à 200, des filaments très grêles (de 5 μ de diamètre environ). D'autres filaments toujours plus gros (8 μ) et plus longs que les précédents ont leur partie distale segmentée en un grand nombre d'éléments uninucléés de 12 à 15 μ, qui en grossissant et se chargeant de ré-

serves s'entourent d'une paroi épaisse et deviennent des spores durables ellipsoïdales. Il doit exister d'autres modes de reproduction qu'il faudra connaître pour préciser la position systématique de *Tæniella carcini.*

Nous rapporterons provisoirement au même genre une Eccrinide d'*Eupagurus excavatus* Herbst., *Tæniella longa* n. sp. Les filaments d'une grande longueur — certains atteignent 7 millimètres — sont ténus comme ceux de l'espèce précédente et, de même que dans *Tæniella carcini,* les jeunes stades se terminent par une partie stérile homologue au gland des *Arundinula* et séparée par une coudure du reste du thalle. Les divers filaments sont de grosseur assez différente et — ce qui est rare chez les Eccrinides — s'effilent progressivement de la base au sommet, si bien qu'un filament de 6 à 7 millimètres, mesurant vers la base 19 μ de largeur, n'aura plus dans la région conidienne que 6 μ ou même 5 μ.

Des modes ordinaires de reproduction, qui existent certainement chez cette espèce, nous ne connaissons ni les microconidies, ni les spores durables et nous n'avons observé que les macroconidies. Celles-ci, pourvues de deux noyaux et longues de 45 à 50 μ, sont toujours peu nombreuses. Elles sortent du tube par un orifice latéral situé à la base de chaque article, ainsi qu'on l'observe facilement sur les dernières cases, vides de leur contenu.

Il est possible qu'une connaissance plus complète de cette espèce la fasse classer dans un genre distinct. Actuellement, nous ne reconnaissons dans les Crustacés décapodes que deux genres d'Eccrinides, d'ailleurs assez éloignés l'un de l'autre : le genre *Arundinula* avec les trois espèces *A. capitata, A. incurvata* et *A. porcellanæ* n. sp.; le genre *Tæniella* n. g. avec les deux espèces *T. carcini* n. sp. et *T. longa* n. sp.

DOSSIERS PISCICOLES DES COURS D'EAU ALPINS

MONOGRAPHIE HYDROBIOLOGIQUE PISCICOLE DES BASSINS DE ROIZE ET DE VENCE ET DES RUISSEAUX DU SAINT-EYNARD

Par M. Victor PIRAUD.

BASSINS DE ROIZE ET DE VENCE ET RUISSEAUX DU SAINT-EYNARD

Les cours d'eau étudiés dans ce dossier hydrobiologique sont les cours d'eau de la partie extrême sud du massif de la Chartreuse. Affluents de la rive droite de l'Isère, les uns (*Ruisseaux du Saint-Eynard*) se jettent dans cette rivière en amont de Grenoble, dans la vallée du Grésivaudan, les autres en aval.

De tous ces cours d'eau un seul, venu de l'intérieur du massif, a quelque importance : *la Vence* qui, avec ses principaux affluents (*Ruisseau de Sarcenas, la Tenaison*), draine les eaux des trois principales vallées de cette partie du massif. Peu avant son

embouchure, la Vence a été déviée pour former le *Canal de Vence* qui longe l'Isère sur une longueur de 8 kilomètres.

Dans la plaine de l'Isère, en aval de Grenoble, deux ruisseaux canalisés, *le Palluel* et *le Montdragon,* ont une certaine importance; ils forment avec le Canal de Vence et le Canal de la Roize un complexe se terminant par un canal commun dit *Grand Canal*, qui recueille ainsi la partie la plus importante des eaux de la région étudiée et se jette dans l'Isère en face du promontoire de l'Echaillon.

Nous étudierons successivement : 1° les Ruisseaux du Saint-Eynard et les canaux d'assainissement (*Chantournes*) du Grésivaudan , de Saint-Ismier à Grenoble; 2° le Souchet ou Ruisseau de Pique-Pierre; 3° la Vence; 4° le Complexe formé par les ruisseaux de la plaine (*Palluel* et *Montdragon*), les Canaux de la Vence et de la Roize, la Roize et le Grand Canal qui termine cet ensemble.

I

RUISSEAUX DU SAINT-EYNARD .

Affluents rive droite de l'Isère de Saint-Ismier à Grenoble et canaux d'assainissement (chantournes de Saint-Ismier à Grenoble).

Tous les affluents de la rive droite de l'Isère entre Saint-Ismier et Grenoble (le Manival compris) sont des ruisseaux à allure torrentielle, à sec la plus grande partie de l'année. Cependant deux ruisseaux font exception : 1° le Ruisseau de Fangeat (commune de Saint-Ismier); 2° le Ruisseau du Gorget, descendu de la face sud du Col de Vence, qui sont permanents, mais ils sont grevés de servitudes privées qui les rendent impropres à la pisciculture. Tous ces ruisseaux n'ont donc aucune valeur piscicole.

Etant donnée la nature géologique du terrain des contreforts du Saint-Eynard (éboulis de pente sur calcaires), les eaux qui

se sont infiltrées dans les parties hautes des communes de Corenc, Meylan, Montbonnot-Saint-Martin, Biviers, Saint-Ismier, émergent dans la plaine du Grésivaudan; ces eaux, ainsi que les infiltrations de l'Isère, sont recueillies dans des canaux d'asséchement ou chantournes. La première de ces chantournes prend naissance sous le village de Bernin pour se jeter dans l'Isère sous le hameau de Fangeat (ce canal étant en grande partie en dehors des limites de notre carte, nous ne l'étudierons pas ici). Une seconde chantourne a deux racines principales dans la commune de Saint-Ismier, aux abords d'un coude de l'Isère. Ces deux racines, qui reçoivent de nombreux canaux d'asséchement, se rejoignent bientôt pour former un canal qui vient se jeter dans l'Isère un peu en amont de Grenoble, à l'Ile d'Amour, commune de La Tronche.

Ce canal ou chantourne de Saint-Ismier à Grenoble a une largeur moyenne de 1 m. 50 sur 0 m. 30 de profondeur. Eaux limpides, fraîches. Cours paisible avec fond de sable fin et de plantes aquatiques. Bords à pic de 1 mètre de hauteur à travers prairies et champs cultivés. Température 17°.

Faune nutritive. — Crevettes (dominante), larves d'Ephémérides (*Bœtis*), larves de Phryganéides, larves de Perlides, Limnées. Petits poissons : Loches, Vairons.

Capacité biogénique : V.

Faune piscicole. — Assez variée, représentée par les espèces suivantes : Truites, Suiffes, Brochets, Chabots, Carpes, Anguilles, Lottes, Vairons, Loches. En réalité cette faune n'est pas très riche actuellement, l'intérêt qu'elle peut présenter réside dans la remontée des Brochets et des Lottes au moment du frai.

Cette chantourne, à notre avis, mériterait d'être repeuplée en Salmonides d'une façon rationnelle; il n'est pas douteux que, convenablement surveillée, elle ne donne un rendement relativement considérable. La capacité biogénique étant de V pour une largeur de 1 m. 50, nous en conclurons, d'après la méthode du professeur Léger, que cette Chantourne peut recevoir annuellement 325 alevins au kilomètre.

LE SOUCHET ou RUISSEAU DE PIQUE-PIERRE

Affluent rive droite de l'Isère.

Ce petit ruisseau, descendu de la face sud du Col de Clémentière, se jette dans l'Isère un peu en aval de Grenoble, au lieu dit Pique-Pierre, commune de Saint-Martin-le-Vinoux.

Longueur totale 2 kil. 500; a une largeur moyenne de 1 mètre sur une profondeur de 0 m. 10. Longueur utilisable 2 kilomètres. Fond garni de pierres et de sable. Malgré la faible profondeur il y a dans ce ruisseau des gours où les grosses Truites peuvent séjourner.

Faune nutritive. — Crevettes (dominante), larves de Phryganéides, d'Ephémérides (*Bœtis, Ecdyurus*), de Perlides (*Nemoura*), de Diptères (*Simulium*).

Eau claire en été et charriant beaucoup au moment des pluies. Température 14°.

Capacité biogénique : IV.

Au-dessus de Pique-Pierre les eaux du Souchet sont captées pour les besoins d'un moulin.

Ce petit ruisseau a donné des résultats très remarquables comme rendements piscicoles. Des repeuplements en Truites arc-en-ciel y ont très bien réussi (100 grammes en 1 an). On y a également capturé de grosses Truites indigènes.

Nombre d'alevins que peut recevoir annuellement le ruisseau: 240 au kilomètre.

II

LA VENCE

Affluent rive droite de l'Isère.

Rivière torrentueuse non navigable, non flottable; longueur totale 16 kil. 500.

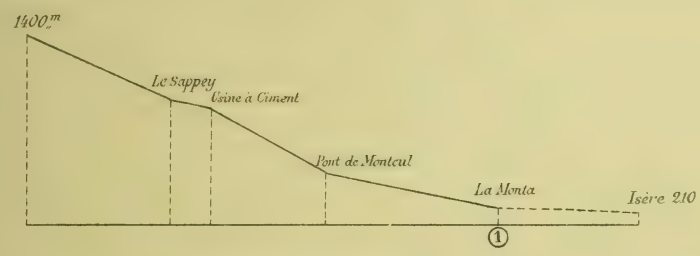
Communes traversées : Le Sappey, Corenc, Sarcenas, Quaix, Proveysieux, Saint-Egrève.

14e Conservation. — Inspection de Grenoble-Nord. — Cantonnements de Grenoble et de Saint-Laurent-du-Pont.

Affluents. — Rive droite : d^1 Ruisseau du Sappey, d^2 Ruisseau de l'O, d^3 Ruisseau des Sagnes, d^4 Ruisseau de Sarcenas, d^5 la Tenaison.

Source à l'altitude de 1.400 mètres, sur la commune du Sappey, dans les prairies de l'Emeindra.

Embouchure du cours d'eau dans l'Isère à l'altitude de 210 mètres environ, commune de Saint-Egrève.



Profil en long de la Vence

1: 200 000 (L) et 1: 50 000 (H)

1. Limite aval du Tronçon n°1

Tronçonnement biologique.

La Vence est divisible en deux tronçons.

Tronçon n° 1. — De la source à l'embouchure de la Tenaison. Allure de torrent de montagne entrecoupé de cascades. Faune piscicole : Truite.

Tronçon n° 2. — De l'embouchure de la Tenaison au confluent de la Vence et de l'Isère. Ce tronçon est complètement nul au point de vue biologique, le lit naturel de la Vence étant, la plus grande partie de l'année, à sec du fait que l'eau en est canalisée pour former le Canal de Vence.

TRONÇON N° 1.

(De la source à l'embouchure de la Tenaison.)

Torrent de montagne à cours rapide et irrégulier, entrecoupé de cascades.

Physionomie biologique et valeur piscicole des diverses parties du tronçon.

Source. — La Vence prend sa source à 1. 400 mètres d'altitude, dans les prairies de l'Emeindra, au sud du col du même nom, sous les à-pic de Chamechaude, commune du Sappey.

La source est formée par une succession de petits marais, sur des terrains marno-calcaires, elle reste enneigée près de quatre mois de l'année. Au sortir de ces marécages, le ruisseau serpente à travers des prairies de montagne (pacage de troupeaux transhumants). Le débit est très faible vers la fin de l'été et à l'automne, cependant la source devient abondante à la fonte des neiges (mars-avril).

La faune de ces sources est pauvre, quelques larves de Perlides, d'Ephémères (*Bœtis*) et des Mollusques (Limnées) en forment l'élément principal. La flore des marécages est peu variée; Parnassia, Carex, Presles.

De la source au confluent du Ruisseau du Sappey. —Au sortir des prairies de l'Emeindra, la Vence s'engage dans des terrains boisés, mais, étant donnés la composition géologique (calcaires fissurés Kiméridgien et Portlandien) et le pendage des différentes couches qui les composent, l'eau de la Vence, grossie par de nombreux petits ruisseaux, filtre à travers le sol perméable. Il en résulte que sur plusieurs points, entre sa source et l'embouchure du Ruisseau du Sappey, au Mollard Giroud, le lit se trouve complètement à sec sauf pendant les fortes crues.

Dans cette première partie de son cours, la Vence reçoit un

ruisseau, la Croze, descendu de Chamechaude, dont le débit moyen très faible (quelques litres à la minute) devient énorme dans les moments de crues.

Dans cette première partie du cours de la Vence, la faune est très pauvre, étant donnée la filtration de ses eaux.

Du confluent du Ruisseau du Sappey au confluent de la Tenaison. — A partir du confluent du Ruisseau du Sappey le débit de la Vence devient plus régulier, car, au contraire de ce que nous venons de voir pour la partie supérieure de ce torrent, le Ruisseau du Sappey a un débit constant et régulier.

La Truite commence à apparaître dans la Vence en ce point (elle remonte bien en amont dans le Ruisseau du Sappey, comme nous l'indiquerons en parlant de cet affluent).

De ce confluent jusqu'aux fours à ciment Chassary, la Vence, dont la largeur moyenne est de 1 m. 50 à 2 mètres sur 0 m. 20 de profondeur, présente une allure plus régulière, à bords bas et dégagés. Dans cette partie du cours l'eau est limpide et très transparente, peu de flore de fond, si ce n'est quelques rares hydrures. Dans ce parcours elle reçoit, à part le Ruisseau du Sappey, deux autres affluents de droite (Ruisseau de l'O et Ruisseau des Sagnes) qui viennent notablement grossir son débit.

Les servitudes industrielles de cette petite portion du cours d'eau ne modifient en rien son économie biologique; elles se réduisent en effet à une scierie et un moulin à roues à auget (prises d'eau sans grille).

La faune est ici représentée par des larves d'Ephémérides (dominante), principalement *Hydropsyche, Pletroenemia, Bœtis*, des larves de Diptères : *Simuli,* des larves de Phryganéides : *Drusus, Goera, Odontocerum,* des larves de Perlides. La Crevette d'eau douce est peu abondante.

La capacité biogénique est, à notre avis, dans cette petite partie du cours de la Vence, de IV.

Des fours à ciment au Pont de Mont-Cul l'allure devient torrentueuse, le cours de la Vence présente de nombreuses cascades

dont quelques-unes infranchissables, principalement en aval du village de Vence; ici les bords sont très encaissés, parfois même à pic. La Vence présente des excavations et des refuges protecteurs pour le poisson; cette partie de son cours serait assez riche au point de vue piscicole si une servitude industrielle ne venait influer sur sa capacité biogénique. En effet, aux fours à ciment Chassary, les déchets de la cuisson de la pierre à ciment sont déversés dans le torrent dont l'eau est de ce fait souvent troublée; il se forme un dépôt jaunâtre qui colmate et même cimente les pierres du fond, ce qui a pour résultat une diminution très sensible de la faune nutritive du poisson, principalement des larves qui, sur un parcours assez notable, ne trouvent plus d'abris.

En dehors de cette servitude industrielle on rencontre, sur cette zone accidentée de la Vence, une scierie dont le moteur est une turbine à conduite forcée, un barrage assez élevé (6 à 7 mètres) près des sources de Fontaine Galante et, à Vence, un moulin à roue à auget.

La capacité biogénique de cette zone est descendue à II.

Du Pont de Mont-Cul à la limite aval du tronçon n° 1, l'allure, quoique beaucoup plus régulière, est cependant assez accidentée, les bords sont encore ici encaissés, parfois même à pic, le cours d'eau présentant des gorges profondes. C'est dans ce parcours que la Vence reçoit ses affluents les plus importants : le Ruisseau de Sarcenas et la Tenaison. La faune a toujours comme dominantes des larves d'Ephémérides, de Phryganéides et de Perlides, mais ici la Crevette devient plus abondante que dans la partie haute de la Vence.

La capacité biogénique est ici de III.

Au Pont de Quaix se trouve un établissement industriel comportant moulin et scierie, dont les moteurs sont une roue à auget et une turbine à conduite forcée. La prise d'eau qui se trouve en amont du confluent du Ruisseau de Sarcenas est un barrage de 2 m. 50 environ, barrant complètement le torrent et en détournant presque entièrement l'eau. Au sortir de la gorge

qui se trouve sous le village de Quaix, la Vence est captée pour les besoins d'une usine hydroélectrique et son lit est mis de ce fait à sec la majeure partie de l'année.

Caractères piscicoles du tronçon n° 1.

Largeur moyenne : 3 m. 50 (Vence).

Profondeur : 0 m. 30.

Température : de 7° à 13°.

Cours d'eau ne gelant jamais.

Vitesse régulière rapide (torrent).

Quelques obstacles (barrage, cascades infranchissables) à la circulation du poisson en aval du village de Vence.

Fond calcaire (cailloux et à certains endroits gros blocs de rocher).

Peu de flore du fond (algues, hydrures).

Eau limpide, sauf en grandes crues.

Bords variables suivant les zones (dégagés ou encaissés).

Les vents dominants varient suivant les différentes parties du cours, la Vence se dirigeant N.-S. dans certaines et E.-O. dans d'autres, et ne peuvent avoir aucune influence sur l'apport de nourriture terrestre, le thalweg étant le plus souvent très encaissé.

Débit moyen pris à la limite aval du tronçon : 800 à 1.000 litres.

Faune nutritive du cours d'eau.

Par ordre de fréquence :

Larves d'Ephémérides (*Hydropsyche, Pletrocnemia, Bœtis, Ecdyurus, Ryacophyla, Tinodes*).

Larves de Diptères (*Simuli*).

Larves de Phryganéides (*Stenophylax, Drusus, Goera, Odontocerum, Micropterna, Anabolia*).

Larves de Perlides (*Perla*).

Crevettes (*Gammarus pulex*).

Planaires.

Limnées.

La dominante de faune est représentée, dans tout le tronçon n° 1, par les larves d'Ephémérides.

Nous attribuerons à l'ensemble du tronçon une capacité biogénique de III.

Faune piscicole. — La faune piscicole est exclusivement représentée par la Truite (*Trutta fario*). Sur le cours même de la Vence on rencontre peu de frayères naturelles; les points favorables à des lancements se rencontrent principalement dans les régions suivantes : du confluent du Ruisseau du Sappey à celui des Sagnes, aux alentours du village de Vence et sous le village de Quaix. La période la plus favorable pour ces déversements est au commencement de l'été (en juin), après les grandes crues.

Pêche. — La seule pêche pratiquée dans ce tronçon est la pêche à la ligne amorcée soit à la sauterelle, soit au ver de terre ou aux larves de Phryganéides.

Le braconnage sévit dans ce cours d'eau par les moyens malheureusement répandus dans la région : dynamite, chaux vive, hypochlorite de chaux.

TRONÇON N° 2.

(De la Tenaison à l'embouchure naturelle de la Vence.)

Un peu en aval du confluent de la Tenaison se trouve l'usine hydroélectrique qui a capté les eaux de la Vence aux gorges de Quaix, mais immédiatement sous l'usine l'eau de la Vence, grossie de la Tenaison, est reprise par un canal qui va desservir plusieurs usines et ira se jeter dans l'Isère à plusieurs kilomètres de l'embouchure naturelle.

De ce fait le lit naturel de la Vence est à sec une grande partie de l'année et n'offre aucun intérêt au point de vue piscicole; il faut cependant noter que ce lit pierreux sert fréquemment de déversoir aux produits d'une papeterie (actionnée par le canal), et qu'il en résulte que l'embouchure réelle de la Vence dans

l'Isère devient pour cette dernière rivière un point de déversements des plus nocifs.

Au point de vue biologique, ce tronçon est donc absolument nul.

Affluents de la Vence.

Rive droite.

D[1]. **Ruisseau du Sappey.**

Cet affluent de la Vence prend sa source dans les prairies du Mollard, au sud de Chamechaude, le débit est régulier et constant. Largeur moyenne 1 mètre, profondeur 0 m. 20, allure torrentueuse, fond pierreux (cailloux roulés), avec comme flore de nombreuses boules de nostocs. Température 13°. La faune nutritive est assez riche : *larves d'Ephémérides* comme dominante, *Hydropsyches* et quelques *Gammarus*. Capacité biogénique : IV. La Truite y remonte très haut; dans les prairies du Mollard se rencontrent de nombreuses frayères naturelles. Longueur piscicole : 1 kilomètre environ. Quantité d'alevins que peut recevoir le ruisseau annuellement : 240 au kilomètre.

D[2]. **Ruisseau de l'O.**

Ce petit ruisseau, d'une largeur de 0 m. 50 à 0 m. 80 et de faible profondeur, prend naissance dans les prairies du Sappey. Il coule à travers des prairies naturelles pour se jeter dans la Vence après un parcours de 500 mètres environ. Quoique la faune soit relativement riche : *larves de Perlides, Bœtis, Ecdyurus,* on n'y signale pas de Truite, mais on y trouve des Ecrevisses.

Il ne serait pas sans intérêt d'essayer de repeupler en Salmonides ce petit ruisseau qui pourrait recevoir une centaine d'alevins par an.

D³. Ruisseau des Sagnes.

Ce ruisseau, qui descend du Col de Palaquit, est morcelé en un grand nombre de petits canaux servant à l'arrosage des prairies, ce qui le rend impropre à la pisciculture.

En aval du village des Sagnes ce ruisseau traverse de vastes marais où l'Ecrevisse s'est montrée en assez grande quantité ces dernières années.

D⁴. Ruisseau de Sarcenas.

Important affluent dont le débit est au moins égal à celui de la Vence à leur confluent.

Le Ruisseau de Sarcenas prend sa source dans les prairies qui se trouvent au sud du Col de Porte (1.250 m. d'altitude) (les habitants du pays indiquent comme source de ce ruisseau le Ruisseau de la Croze venu de la Pinéa, dont le débit est faiblement supérieur à celui qui vient du Col de Porte).

De la source à Sarcenas, le ruisseau serpente dans les prairies, présentant de nombreuses frayères; à partir du Pont de Sarcenas, le ruisseau prend une allure torrentueuse avec de nombreuses cascades, quelques-unes infranchissables. Le fond est pierreux et présente sur tout le parcours du ruisseau de gros blocs éboulés et des cachettes pour les grosses Truites; les bords sont encaissés.

Largeur moyenne : 3 mètres; profondeur moyenne : 0 m. 20.

L'eau est très limpide. Température : 13°.

Les servitudes industrielles de ce ruisseau se bornent à un moulin et une scierie à Sarcenas.

La FAUNE NUTRITIVE est plus riche que celle de la Vence et lui est très comparable. Les larves d'Ephémérides, principalement *Bœtis, Ecdyurus, Hydropsyche,* y dominent.

CAPACITÉ BIOGÉNIQUE : V.

La FAUNE PISCICOLE est représentée par la Truite indigène. Les

essais de repeuplement qui y ont été faits ont donné de très bons résultats.

Nombre d'alevins : ce ruisseau peut recevoir annuellement 400 alevins au kilomètre. La Truite indigène est l'espèce la plus favorable.

Le Ruisseau de Sarcenas reçoit, dans sa partie supérieure, trois affluents : un sur la rive droite : la Croze, venue de la Pinéa; deux sur la rive gauche : le Ruisseau de Fond-Froide, venu de la face ouest de Chamechaude, et un ruisseau venu du Col de Palaquit. Ces ruisseaux, qui traversent d'importantes forêts de sapin, sont très riches en faune nutritive, mais la Truite n'y remonte pas très haut. En effet, ces ruisseaux formés d'une série de petites cascades ne sont pas favorables à la remontée de la Truite que l'on ne trouve guère que dans les parties basses voisines du Ruisseau de Sarcenas; ils sont donc sans intérêt piscicole.

D[5]. La Tenaison.

La Tenaison prend sa source au sud du Col des Charmettes, sur la commune de Proveysieux; ruisseau d'abord de peu d'importance, il voit son débit augmenter rapidement par l'apport que lui fournissent de nombreux petits affluents descendus sur la rive droite des Rochers de Chalves et sur la rive gauche de la Pinéa.

Aux environs de Pomaray, la Tenaison qui, depuis sa source, avait une allure torrentueuse, coule moins rapidement à travers des prairies et présente en ce point des frayères naturelles. En aval de Pomaray, la Tenaison reprend une allure de torrent, avec de nombreuses cascades, encaissée dans une gorge qui s'approfondit de plus en plus jusqu'à son confluent dans la Vence.

Largeur moyenne : 3 mètres; profondeur : 0 m. 20. L'eau est très limpide; température : 13°. Le fond est soit pierreux, soit sableux, et dans la partie basse du cours de gros blocs éboulés et des gours offrent des cachettes aux grosses Truites.

Les servitudes industrielles se bornent à une scierie et un moulin.

La FAUNE NUTRITIVE est sensiblement la même que celle du Ruisseau de Sarcenas et de la Vence, avec dominante de larves d'Ephémérides.

CAPACITÉ BIOGÉNIQUE : V.

La FAUNE PISCICOLE est représentée par la Truite indigène qui remonte assez haut, en amont de Pomaray.

La Tenaison peut recevoir annuellement 400 alevins de Truites indigènes (espèce la plus favorable).

Résumé.

VENCE

Cours d'eau ni navigable, ni flottable, à caractère de torrent essentiellement salmonicole.

Communes traversées : Le Sappey, Corenc, Quaix, Proveysieux.

Altitude de la source : 1.400 mètres; de l'embouchure : 210 mètres.

Longueur totale : 16 kil. 500; longueur utilisable au point de vue piscicole : 9 kil. 500. 2 tronçons.

TRONÇON N° 1 (de la source à la Tenaison).

Longueur totale : 13 kil. 500; longueur utilisable au point de vue piscicole : 9 kil. 500. Limite de la portion piscicole : du Sappey à la limite aval du tronçon.

Largeur moyenne : 3 m. 50.

Profondeur moyenne : 0 m. 30.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Phryganéides, de Perlides, de Diptères, Crevettes.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : III.

Faune piscicole : Truites.

Frayères à Salmonides : aux environs du Sappey, de Vence et de Quaix.

Périodes de frai de la Truite : octobre, novembre et décembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le tronçon par kilomètre : 250.

Epoques les plus favorables aux déversements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

Tronçon n° 2 (du confluent de la Tenaison à l'embouchure).

Partie du cours d'eau totalement annulée au point de vue biologique par la canalisation des eaux.

Affluents de la Vence.

D[1]. **Ruisseau du Sappey** (rive droite).

Longueur piscicole : 1 kil. 300.

Largeur moyenne : 1 mètre.

Profondeur : 0 m. 20.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Phryganéides, de Perlides, de Diptères, Crevettes.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : IV.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides nombreuses en amont du Sappey.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir par kilomètre : 240.

Epoque la plus favorable aux déversements ; juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

D[2]. **Ruisseau de l'O.**

Ruisseau à Ecrevisses. Zones à déversements.

D[3]. **Ruisseau des Sagnes.**

Ruisseau à Ecrevisses.

D[4]. **Ruisseau de Sarcenas.**

Affluent important, exclusivement salmonicole.

Longueur piscicole : 4 kil. 800 (5 kil. 500 avec ses affluents).

Largeur moyenne : 3 mètres.

Profondeur : 0 m. 20.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Phryganéides, de Perlides, de Diptères, Crevettes.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : V.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : nombreuses en amont de Sarcenas.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir par kilomètre : 400.

Epoque la plus favorable aux déversements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

D[5]. **La Tenaison.**

Affluent important, exclusivement salmonicole.

Longueur piscicole : 6 kil. 500.

Largeur moyenne : 3 mètres.

Profondeur : 0 m. 20.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Phryganéides, de Perlides, de Diptères, Crevettes.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : V.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : en amont de Pomaray.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir la Tenaison par kilomètre : 400.

Epoque la plus favorable aux déversements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

III

CANAL DE LA VENCE

Montdragon. — Palluel.

Les divers ruisseaux qui prennent naissance aux abords de la plaine de l'Isère, entre Grenoble et Voreppe (rive droite), forment, avec le Canal de la Vence et le Canal de la Roize, un complexe qui se termine sur la commune de Voreppe par un canal commun (Grand Canal) qui va se jeter dans l'Isère après le coude que décrit cette rivière, en face de l'éperon rocheux de l'Echaillon.

Le Canal de Vence, le Montdragon et le Palluel cheminent parallèlement entre eux et à l'Isère, pendant un assez long parcours, le Montdragon et le Palluel se réunissent pour former le Grand Palluel, qui reçoit les eaux de la Roize, canalisées au-dessus du bourg de Voreppe; bientôt le Canal de Vence se joint à eux pour former le Grand Canal, qui recueille ainsi la presque totalité des eaux de la rive droite de l'Isère entre Grenoble et Voreppe.

Canal de la Vence.

Comme nous l'avons dit plus haut, les eaux de la Vence sont captées, un peu en dessous du confluent de la Tenaison, en un canal qui déverse les eaux de ce cours d'eau dans l'Isère, bien en aval de son embouchure naturelle.

Ce canal qui, en dehors des grandes crues, recueille la totalité de l'eau de la Vence, est tout d'abord établi sur la rive gauche du cours d'eau; il y dessert une papeterie et une minoterie. Au village de La Monta, ce canal traverse, par un aqueduc, le lit de la Vence et, après avoir donné de la force motrice à une serrurerie, une scierie et une fabrique de machines agricoles, il

serpente à travers des propriétés privées et l'Asile départemental d'aliénés de Saint-Robert. Au sortir de l'Asile, il donne de la force à l'usine à ciment de la Société des Ciments de la Porte de France.

De ces nombreuses servitudes industrielles, deux ont sur ce canal un effet désastreux au point de vue piscicole. Si le colmatage et la cimentation du fond, produits par les poussières abondantes de l'usine à ciment, ne se font pas sentir très loin, il n'en est pas de même des déversements de la papeterie de La Monta, dont les effets se répercutent sur une longueur de plusieurs kilomètres (5 à 6), et l'on peut dire que la partie du Canal de Vence comprise entre son origine et le moment où il s'accole à la digue de l'Isère, c'est-à-dire en face du village du Fontanil, est complètement nulle au point de vue piscicole.

Au sortir de l'usine à ciment, après avoir traversé la ligne de chemin de fer P.-L.-M. de Lyon à Grenoble, le Canal de la Vence reçoit les eaux d'un ruisseau venu de La Buisserate. Ce ruisseau a une faune nutritive assez riche où la dominante est la Crevette, mais où la faune piscicole n'est représentée que par le Vairon et la Loche, qui présentent peu d'intérêt; aux abords de La Buisserate, les Ecrevisses y sont assez abondantes.

Ce ruisseau présente de belles frayères naturelles, mais l'infection des eaux du Canal de la Vence mise à part, un barrage avec *moteur,* dans une dépendance de l'Asile de Saint-Robert, empêcherait toute remontée.

Quelques étangs situés entre le canal et l'Isère, au lieu dit les Iles de Saint-Robert, sont peuplés de Tanches et de Brochets, certains de ces étangs sont en communication avec le canal, certains autres sont isolés.

Dans sa partie aval le Canal de Vence, dont la largeur est de 3 m. 50, avec une profondeur de 1 mètre à 1 m. 50, à fond tantôt herbeux, tantôt sableux, présente un peu plus d'intérêt. Quelques Truites y remontent ainsi que la Suiffe et de rares Brochets.

La faune nutritive est surtout représentée par la Crevette (dominante), des larves d'Ephémérides (*Bœtis*), de Phryganéides

et de nombreux Mollusques (*Limnées, Physes*). Capacité biogénique : II.

Le Montdragon.

Le Ruisseau de Montdragon a sa source principale à la fontaine vauclusienne de Rif-Tronchard, dont les eaux sont canalisées pour les besoins d'une usine à chaux; il reçoit peu après, par un canal bordant la route nationale, les eaux d'une source (la Clapière) après déversement des eaux résiduaires de la Brasserie de Saint-Robert (Poulat, Viallet et Cie).

Après avoir passé sous la route nationale et la ligne de chemin de fer, le Montdragon vient longer le Canal de la Vence dont il n'est séparé, au hameau de Jallmot, que par une digue; il s'en écarte pour recevoir un ruisseau venu de Cornillon, tout en recevant les apports de nombreux canaux d'irrigation. Ces canaux et surtout le ruisseau venu de Cornillon sont peuplés d'Ecrevisses.

Le Montdragon présente alors une largeur de 3 mètres sur une profondeur de 0 m. 80; il conserve cette largeur et cette profondeur jusqu'à son confluent avec le Palluel.

Le cours est régulier et d'allure modérée, le fond riche en plantes aquatiques sur une grande partie du cours, bords à pic de faible hauteur en prairies naturelles et cultures.

Les eaux, dont la température ne dépasse pas 15°, sont parfois troublées par les déversements de la Brasserie de Saint-Robert. Malgré cela, la faune nutritive, dont la dominante est la Crevette, est assez riche (Crevettes, larves d'Ephémérides : *Bœtis, Ecdyurus*, larves de Phryganéides, larves d'Agrion).

Capacité biogénique : VI.

La faune piscicole est représentée par la Truite qui remonte jusqu'à l'usine à chaux, sous la source de Rif-Tronchard, la Suiffe, le Meunier, le Brochet. Il faut signaler en outre le Chabot, la Loche et le Vairon, assez fréquents, qui viennent augmenter la nourriture des Salmonides.

Le Montdragon présente d'excellentes frayères pour les Sal-

monides, principalement aux alentours de Cornillon et du Fontanil.

Le droit de pêche dans le Montdragon appartient au Syndicat de Pique-Pierre à Roize, qui le loue à une société de pêche du Chevallon (section de *La Gaule* de Grenoble).

Ce cours d'eau mériterait d'être exploité rationnellement en raison de sa capacité biogénique.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement : 480 au kilomètre.

Espèces à propager : Truite indigène et Truite arc-en-ciel.

Le Palluel.

Le Palluel prend sa source au Fontanil, en aval de la source de la Lutinière (source vauclusienne et intermittente qui, par moments, augmente dans de grandes proportions le débit moyen du Palluel).

L'eau du Palluel est, dès le début, canalisée pour les besoins d'un moulin, une partie des eaux suit le cours normal du ruisseau, l'autre est canalisée; après leur passage sous la voie du chemin de fer, ruisseau et canal se rejoignent. A ce moment le Palluel a une largeur moyenne de 2 m. 50 et une profondeur de 0 m. 60.

Le cours est régulier, assez tranquille, le fond est le plus souvent riche en plantes aquatiques. Bords à pic de faible hauteur en prairies naturelles et cultures.

L'eau, qui est toujours très claire, s'élève en été à plus de 20°.

La faune nutritive est moins riche que dans le Montdragon tout en présentant les mêmes éléments (dominante Crevettes).

Capacité biogénique : IV.

La faune piscicole est représentée par la Truite qui remonte presque jusqu'au Fontanil, mais qui n'est pas très abondante. La Suiffe et le Brochet ne remontent guère dans le Palluel que jusqu'aux abords de la route de Veurey, au Chevallon. Il faut en outre noter la présence, dans ces eaux, de la Loche et du Chabot,

et la rareté du Vairon qui est très abondant dans le Montdragon.

A peu de distance en amont du confluent du Montdragon et du Palluel, ce dernier reçoit les eaux du Ruisseau de Voluise, venu du Chevallon. Ce ruisseau, qui a une largeur moyenne de 2 mètres et une profondeur de 0 m. 60, est beaucoup plus riche à tous les points de vue que le Palluel; les eaux y sont plus froides et le fond plus pierreux; la faune nutritive, où domine la Crevette, a pour principaux éléments : Crevettes, larves d'Ephémérides (*Bœtis, Ecdyurus*), larves de Phryganéides, Mollusques.

Capacité biogénique : VI.

La Truite et le Brochet remontent la Voluise jusqu'à sa source.

Ce ruisseau présente de nombreuses et excellentes frayères à Salmonides.

Le droit de pêche dans le Palluel appartient au Syndicat de Pique-Pierre à Roize qui le loue à une société de pêche du Chevallon (section de *La Gaule* de Grenoble).

En aval du confluent du Montdragon, le Palluel porte le nom de Grand Palluel jusqu'à l'embouchure du Canal de Vence. Dans ce parcours, il reçoit les eaux du Canal de Roize, dont nous parlerons plus loin, et qui n'a aucune valeur au point de vue piscicole.

Le Palluel peut recevoir annuellement 300 alevins de Salmonides au kilomètre, la Voluise 420.

Espèces à propager : Truite indigène et Truite arc-en-ciel.

Le Grand Canal.

La réunion du système Palluel-Montdragon-Canal de Vence-Canal de Roize forme le Grand Canal.

Ce canal, qui longe l'Isère sur un parcours de 2 kilomètres, a une largeur moyenne de 12 mètres pour une profondeur de 1 mètre à 1 m. 25. Le fond est formé de sable vaseux où poussent par îlots des plantes aquatiques (Potamot, Helodea); les bords sont recouverts de végétation.

L'eau est limpide, la vitesse régulière et peu rapide. La température ne dépasse guère 16 à 17°.

Faune nutritive. — Crevettes (dominante), larves de Phryganéides (*Limnophilus, Anabolia, Odontocerum*), larves de Diptères (*Simulium, Chironomus*), larves d'Ephémérides (*Ecdyurus, Bœtis*), larves de Libellulides (Agrion), Hirudinées (*Nephelis*), Planaires, Mollusques (Limnées), Vairons, Loches, Chabots.

Capacité biogénique : V.

Faune piscicole. — Dans ce canal la Truite domine, puis vient le Brochet, qui parfois est assez abondant, viennent ensuite par ordre de fréquence : la Suiffe, le Meunier, le Chabot, le Barbeau, la Loche, le Vairon. La Grande Lamproie, l'Anguille et la Lotte remontent assez haut dans le canal à l'époque du frai.

Les pêches à la mouche artificielle et au filet sont les plus employées.

Le droit de pêche appartient à un syndicat qui le loue à un particulier.

Ce canal peut recevoir annuellement 850 alevins au kilomètre.

Les espèces les plus propices sont la Truite indigène et la Truite arc-en-ciel.

Résumé.

CANAL DE LA VENCE

Canal impropre à l'exploitation piscicole dans les six premiers kilomètres de son cours en raison des déversements industriels nocifs.

Dans sa partie aval, ce canal présente un peu plus d'intérêt. La faune nutritive est représentée surtout par la Crevette, mais la capacité biogénique est très faible (II).

MONTDRAGON

Longueur totale : 6 kil. 500.

Largeur moyenne : 3 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 80.

Faune nutritive : Crevettes, larves d'Ephémérides, de Phryganéides, d'Agrion.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : VI.

Faune piscicole : Truite, Suiffe, Meunier, Brochet.

Frayères à Salmonides : aux environs de Cornillon et du Fontanil.

Période du frai de la Truite : octobre, novembre, décembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le ruisseau par kilomètre : 480.

Epoques les plus favorables aux déversements : mai.

Espèces à propager : Truite indigène et Truite arc-en-ciel.

PALLUEL

Longueur totale : 6 kilomètres.

Largeur moyenne : 2 m. 50.

Profondeur moyenne : 0 m. 60.

Faune nutritive : Crevettes, larves d'Ephémérides, de Phryganéides, d'Agrion.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : IV.

Faune piscicole : Truite, Suiffe, Brochet.

Frayères à Salmonides : aux environs du Fontanil.

Période du frai de la Truite : octobre, novembre, décembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le ruisseau par kilomètre : 300.

Epoques les plus favorables aux déversements : mai.

Espèces à propager : Truite indigène et Truite arc-en-ciel.

VOLUISE

Affluent du Palluel.

Longueur totale : 2 kilomètres.

Largeur moyenne : 2 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 60.

Faune nutritive : Crevettes, larves d'Ephémérides, de Phryganéides, Mollusques.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : VI.

Faune piscicole : Truite, Brochet.

Frayères à Salmonides : tout le long du cours.

Période du frai de la Truite : octobre, novembre, décembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le ruisseau par kilomètre : 420.

Epoques les plus favorables aux déversements : mai.

Espèce à propager : Truite indigène.

GRAND CANAL

Longueur totale : 2 kil. 500.

Largeur moyenne : 12 mètres.

Profondeur moyenne : 1 mètre.

Faune nutritive : Crevettes, larves de Phryganéides, d'Ephémérides, de Diptères, d'Agrion, Hirudinées, Planaires, Mollusques, Vairons, Suiffes, Chabots, Loches.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : V.

Faune piscicole : Truite, Brochet, Suiffe, Meunier, Barbeau.

Frayères à Salmonides : tout le long du cours.

Période du frai de la Truite : novembre, décembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le canal : 850.

Epoques les plus favorables aux déversements : mai.

Espèces à propager : Truite indigène et Truite arc-en-ciel.

IV

LA ROIZE

La Roize est un torrent descendu des Rochers de Chalves, dont le lit est à sec une grande partie de l'année. Ce torrent qui, sous

l'influence des grandes pluies et de la fonte des neiges, charrie de grandes masses d'eau entraînant avec elles des blocs de rochers, est impropre à la pisciculture dans tout son parcours. Ce torrent aurait de l'eau à partir du confluent d'un affluent, le Petit Roize, si ce dernier n'était capté.

Seul cet affluent : le Petit Roize, qui prend sa source au sud du Col de la Placette, présente de l'intérêt au point de vue piscicole, bien que ses eaux soient captées pour les besoins d'une usine électrique peu après sa source.

De sa source au point où il est capté, sur un parcours de 1 kilomètre au maximum, le Petit Roize coule à travers des prairies sur un lit de cailloux et de sable. C'est un petit ruisseau d'une largeur moyenne de 1 mètre et de très faible profondeur, présentant des frayères tout le long de son cours.

La température varie de 8 à 15°.

La faune nutritive est représentée par les larves de Phryganéides (*Drusus, Rhyacophila, Hydropsyche*), larves d'Ephémérides (*Ecdyurus, Bœtis*), larves de Perlides (*Perla, Nemoura*), larves de Diptères, Crevettes.

La capacité biogénique est assez élevée : VI.

La faune piscicole est exclusivement représentée par la Truite indigène.

Quantité d'alevins que peut recevoir annuellement le Petit Roize : 400 pour la totalité de la partie utilisable de son cours.

Les eaux du Petit Roize, captées sous le village de Pommiers, près d'un moulin abandonné, sont emmenées en conduite forcée à une usine électrique qui se trouve derrière le bourg de Voreppe. Ces eaux, rendues à la Roize, sont peu après reprises par un canal qui dessert deux usines (marbrerie et scierie) sur la rive droite; par un aqueduc, ce canal est amené à Voreppe (rive gauche de la Roize) et va se jeter dans le Palluel après avoir desservi les usines à ciment Allard, Nicolet et Cie (Béal des Moulins).

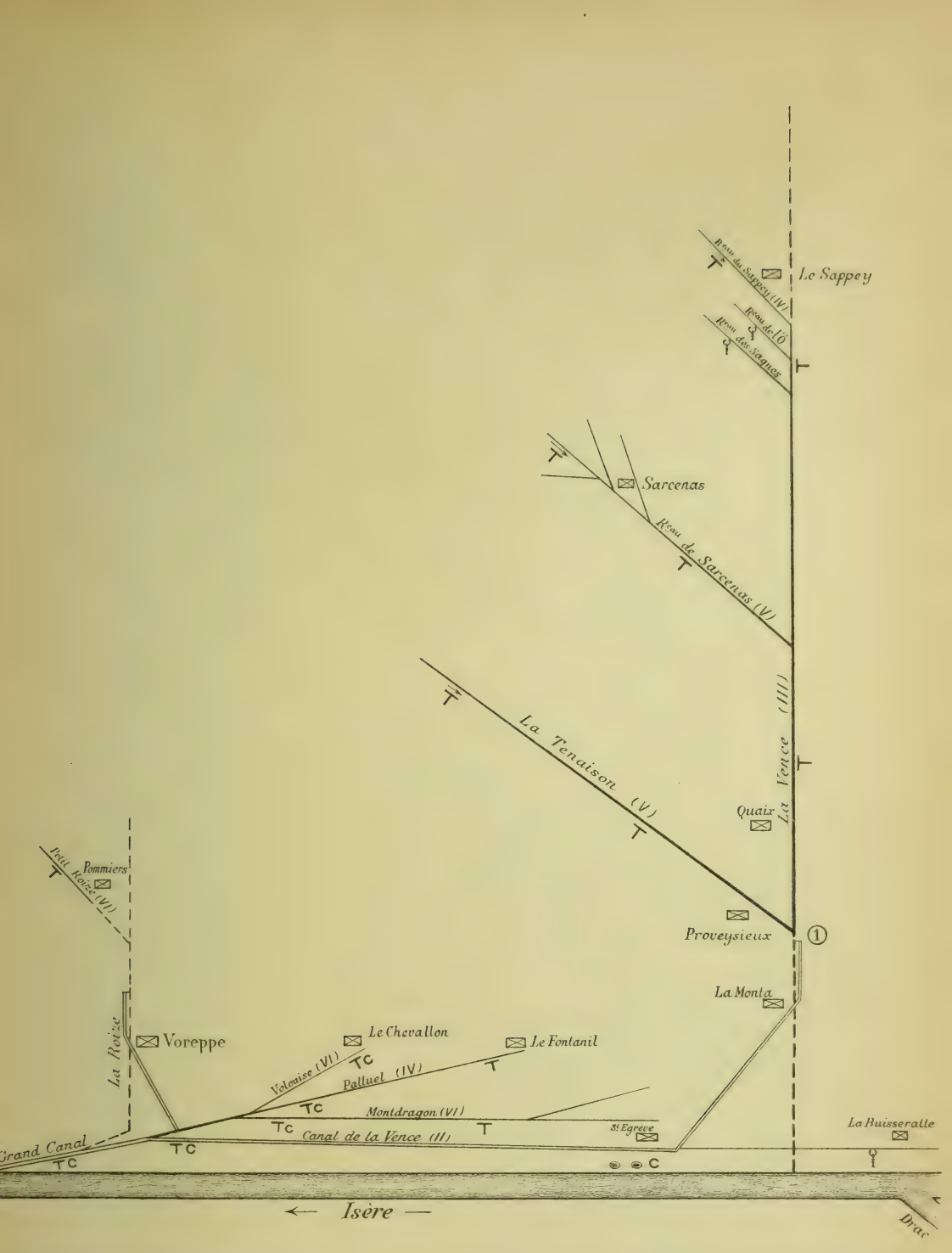
Ainsi donc, le lit naturel de la Roize se trouve à sec (sauf à la fonte des neiges et au moment des orages) et son eau est grevée de servitudes industrielles.

CONCLUSIONS

Au point de vue statistique, le complexe formé par la Vence, son canal, le Montdragon, le Palluel et la Roize nous offre au total 46 kilomètres de cours d'eau piscicole éminemment et presque exclusivement propice aux Salmonides, et une capacité biogénique moyenne de IV.

En outre, certains ruisseaux (environs du Sappey et ruisseaux de la plaine de l'Isère) sont propices à la culture de l'Ecrevisse.

Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble*, t. XXIII, n° 2.



Graphique du Système de la Vence, du Canal de Vence au $\frac{1}{100.000}$

T Truite, C Cyprinides et poissons blancs en général. — L'Ecrevisse est représentée par une figure schématique. — Les chiffres romains expriment la capacité biogénique. — 1 Limite aval du Tronçon nº 1 de la Vence.

THE LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF ILLINOIS

CARTE HYDROBIOLOGIQUE PISCICOLE DES COURS D'EAU ALPINS

Publiée sous la direction du Prof^r L. LÉGER, *Directeur du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble.*

Étude sur le terrain par V. PIRAUD. — 1910.

LITH. ALLIER FRÈRES, GRENOBLE.

Dessin de F. BERTHET — Grenoble.

SOMMAIRE DU FASCICULE I

L. Léger et O. Duboscq.— Sur la signification des « Rhabdospora » prétendu sporozoaires parasites des poissons.

Louis Léger. — Sur la présence du Barbeau méridional dans les Alpes du Dauphiné.

Louis Léger. — Principes de la méthode rationnelle du peuplement des cours d'eau à Salmonides.

Louis Léger. — Dossiers piscicoles des cours d'eau alpins. — Monographie et carte hydrobiologiques piscicoles du Furon et du Ruisset.

SOMMAIRE DU FASCICULE II

Louis Léger. — Le goût de vase chez les poissons d'eau douce.

L. Léger et O. Duboscq. — Sporozoaires parasites des Crustacés. — Deux nouvelles espèces de grégarines appartenant au genre Porospora.

L. Léger et O. Duboscq.— Deux grégarines de Crustacés. *Porospora portunidarum* Frenz. et *Cephaloidophora maculata* n. sp.

Ed. Hesse. — Protozoaires nouveaux parasites des animaux d'eau douce. — Un flagellé *Trypanoplasma vaginalis* n. sp. parasite du vagin de la Sangsue et *Adelina octospora* n. sp. nouvelle coccidie des Oligochètes aquatiques.

L. Léger et Ed. Hesse. — Cuidosporidies des larves d'Éphémères.

L. Léger et O. Duboscq. — Champignons parasites des Crustacés. — Sur les Eccrinides des Crustacés décapodes.

Victor Piraud. — Dossiers piscicoles des cours d'eau alpins. — Monographie et carte hydrobiologiques piscicoles des Bassins de Roize et de Vence et des Ruisseaux du Saint-Eynard.

597
G86t
1911

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire

Année 1911

—

Fascicule unique

THE LIBRARY OF THE
APR 1 6 1926
UNIVERSITY OF ILLINOIS

GRENOBLE
TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES
26, Cours de Saint-André, 26

—

1912

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire

THE LIBRARY OF THE
APR 17 1926
UNIVERSITY OF ILLINOIS

Année 1911

Fascicule unique

GRENOBLE
TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES
26, Cours de Saint-André, 26

1912

577
G26t
1911

SOMMAIRE DU FASCICULE

Louis Léger. — Études sur l'action nocive des produits de déversements industriels chimiques dans les eaux douces (2e série : eaux de décapage des métaux).

ÉTUDES SUR L'ACTION NOCIVE DES PRODUITS DE DÉVERSEMENTS INDUSTRIELS CHIMIQUES DANS LES EAUX DOUCES

2e SÉRIE

EAUX DE DÉCAPAGE DES MÉTAUX

Par le Dr L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences

Directeur du Laboratoire de Pisciculture.

I

BUT DU TRAVAIL ET MÉTHODE DE RECHERCHES

Sous ce titre, nous continuons les recherches entreprises depuis plusieurs années à notre Laboratoire [1], concernant l'action des produits résiduaires des industries chimiques sur les éléments biologiques des eaux douces et en particulier sur les poissons et la faune aquatique qui leur sert de nourriture.

[1] L. Perrier et Labatut, De l'action des matières organiques sur l'oxygène dissous dans l'eau et d'un mode physiologique d'asphyxie des poissons par les déversements industriels. *Congrès d'Aquiculture et de Pêche.* Paris, 1900.

L. Léger et G. Dodero, Action nocive exercée sur les poissons par certains produits de déversements industriels dans les torrents du Dauphiné : I. La lessive noire ou lessive épuisée des fabriques de pâte de bois chimique. *Annales de l'Université de Grenoble*, 1905.

Dans ces études, voulant avant tout nous placer à un point de vue essentiellement pratique, nous nous attacherons à déterminer, pour chaque produit, et, par conséquent, pour chaque type d'industrie :

1° L'origine, les caractères physiques et la composition chimique du produit.

2° L'action directe du produit résiduaire sur l'organisme du poisson et de quelques autres animaux types de la faune des eaux, d'abord à l'état pur, puis en solutions de plus en plus diluées jusqu'à atteindre une *dilution limite* à laquelle le poisson puisse résister un temps donné (soit 1 heure) sans que sa vie soit en danger et au bout duquel il aura trouvé, grâce à l'auto-épuration et à l'apport d'eau nouvelle, des eaux plus pures et par conséquent n'aura pas à souffrir de l'action nocive du produit déversé.

3° L'action nocive, *la dose minima mortelle ou sûrement dangereuse,* et la *dilution limite* de chacun des composants chimiques du produit en question, dont la connaissance permettra l'application de nos résultats aux produits similaires provenant d'industries analogues, mais dont la composition centésimale diffère.

4° Les procédés à mettre en œuvre pour l'épuration de ces eaux résiduaires ou tout au moins pour obtenir une atténuation immédiate de leur nocivité qui, largement aidée par l'auto-épuration, les rendra de suite compatibles avec la vie dans les eaux.

Ces recherches sont longues et délicates et nous n'aurions certainement pas pu leur donner toute l'extension que nous leur donnons ici sans le concours, à la fois technique et matériel, et les conseils éclairés de M. le Dr Wurtz, membre de l'Académie de Médecine, qui nous a toujours si vivement engagé et encouragé à persévérer dans ces études dont il a montré l'un des premiers toute l'importance et l'intérêt pratique. Aussi est-ce pour nous le plus agréable des devoirs de lui adresser ici l'expression de nos plus vifs remercîments.

Il ne semble pas douteux qu'un grand nombre d'usines se trouvent dans l'impossibilité matérielle d'effectuer une épuration absolue de leurs eaux résiduaires et d'arriver, suivant l'esprit de la loi du 15 avril 1829, à restituer l'eau aussi pure qu'elles l'ont prise, tout produit soluble rendant l'eau plus ou moins toxique pour le poisson. Cependant, au lieu de leur laisser, comme on le fait actuellement, déverser dans le cours d'eau des substances fortement nocives, empoisonnant celui-ci sur une certaine longueur, ne serait-il pas plus rationnel de leur imposer un dispositif tel que le produit résiduaire soit suffisamment dilué pour que, à son arrivée dans la rivière, il n'exerce plus d'action fâcheuse sur les poissons et soit ensuite très rapidement neutralisé?

Pour cela, il importe essentiellement de connaître ce que nous avons appelé la *dilution limite* du produit, celle qui est compatible avec la vie du poisson pendant un temps donné. Si ce temps est suffisant (et nous estimons qu'une durée d'une heure est amplement suffisante pour que le poisson ait le temps de retrouver des eaux plus pures ou suffisamment auto-épurées), il n'y aura plus rien à redouter du déversement résiduaire.

Des expériences faites dans ce sens concernant des évacuations de produits d'une papeterie sise aux environs de Grenoble, qui avaient donné lieu à des empoisonnements répétés suivis de plaintes et d'action judiciaire, nous ont donné des résultats probants. Depuis que la dilution du produit, calculée d'après nos expériences et analyses, a été effectuée, c'est-à-dire depuis trois ans, il ne s'est plus produit aucun empoisonnement et on vient même pêcher le poisson jusque sous les murs de l'usine.

Il y a là, comme on le voit, un moyen de concilier les intérêts de l'industrie et de l'aquiculture, intérêts qui dans certains cas, notamment lorsque les industries se succèdent nombreuses le long du même cours d'eau, semblent actuellement inconciliables. Et ainsi, toutes les fois qu'elle est réalisable, la dilution limite du produit pourra constituer un régime de tolérance avec garantie capable d'assurer la conservation de la vie dans les eaux.

Dans les cas où elle n'est pas réalisable dans l'enceinte industrielle même, il sera souvent possible, au moyen de bassins, de limiter et de régulariser le débit de l'évacuateur proportionnellement au débit minimum du cours d'eau, de façon à ce que cette dilution se trouve réalisée dès que le produit sera mélangé à l'eau de la rivière. Ce sera là un pis aller moins rigoureux que le précédent, mais néanmoins suffisant pour restreindre à un espace insignifiant l'action nocive du déversement et assurer par conséquent la protection de la faune des eaux. Ces considérations, que nous exposions, en 1904, dans notre première étude sur l'action nocive des produits résiduaires industriels [1], ont été judicieusement développées, en 1906, dans l'importante étude de de Drouin de Bouville sur l'assainissement des rivières, dont voici une partie des conclusions qui nous intéresse tout particulièrement :

« La conséquence qui découle de tout ce qui vient d'être exposé, c'est que la réglementation doit uniquement consister dans la défense de rejeter dans les cours d'eau les substances nuisibles aux intérêts de l'aquiculture.

« Pour qu'il ne puisse y avoir matière à contestations, il est indispensable que cette prohibition soit précise, d'où la nécessité de bien spécifier les différents corps, simples ou composés, dont le déversement présente des inconvénients, en indiquant pour chacun la *dose maxima tolérable* à laquelle ils pourront se rencontrer dans les liquides évacués par les villes ou fabriques [2]. »

La « dose maxima tolérable » de de Bouville n'est autre que ce que nous avons appelé la *dilution limite* et cet auteur a ainsi montré, avec nous, tout l'intérêt qui s'attache à la connaissance

---

[1] Action nocive exercée sur les poissons par certains produits de déversements industriels. *Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences*, Grenoble, 1904, et *Bulletin de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche*, 1904, p. 227.

[2] De Drouin de Bouville, L'assainissement des rivières. *Bulletin de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche*, 1906, p. 171.

de cette donnée. Plus récemment, Guénaux[1], dans son excellent traité de pisciculture, en rappelant le vœu émis à ce sujet par le Congrès national d'Aquiculture de 1904, insiste également pour qu'il soit dressé une liste des substances dont l'action nuisible est bien établie, en faisant connaître pour chacune le degré de dilution à partir duquel elle présente des inconvénients pour les animaux aquatiques.

La dilution limite nous apparaît donc aujourd'hui comme un élément dont la connaissance est absolument nécessaire, tant pour l'établissement de nouveaux règlements sur l'hygiène des eaux que pour la solution des conflits malheureusement si fréquents qui surgissent entre l'industrie et la pêche.

C'est ce qui nous a engagé à continuer nos recherches dans cette direction en déterminant cette dilution limite pour les principaux produits de déversements industriels chimiques et pour leurs composants avec deux types principaux d'eau courante : l'eau granitique, toujours très pauvre en sels de chaux, et l'eau calcaire, plus ou moins riche en sels terreux.

Il ne suffit pas, en effet, surtout en ce qui concerne des eaux résiduaires chimiques, de rechercher, comme l'a fait Weigelt[2], à qui nous devons les documents les plus nombreux et les plus précis sur le sujet qui nous occupe, leur action avec un seul type d'eau calcaire. Les eaux calcaires recevant des produits chimiques sont, le plus souvent, le siège de doubles décompositions amenant rapidement ou de suite la neutralisation de tout ou partie du produit, tandis que dans les eaux granitiques celui-ci conserve toute son activité.

Il importe donc de connaître d'abord le degré de nocivité absolue de ces produits, en dilution dans une eau pure non calcaire. C'est là une donnée essentielle, fixe, nous indiquant le maximum de nocivité de la substance et nous renseignant d'une

---

[1] Guénaux, *Pisciculture*. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1910.

[2] C. Weigelt, *L'assainissement et le repeuplement des rivières*. Traduction Julin. Bruxelles, 1903.

façon précise sur son action, tandis que des expériences effectuées seulement avec des eaux fortement calcaires ne nous renseignent qu'insuffisamment à ce point de vue. Ainsi, lorsque Weigelt nous apprend que l'acide sulfurique n'exerce aucune action sur la Truite à la dilution de 0,10 ‰, il faut bien se rappeler que cette dilution est faite avec de l'eau de 22°,18 de dureté. Si, en effet, on opère avec de l'eau granitique, on constate, comme nous l'avons fait, que cet acide est déjà toxique au bout d'une heure à la dose de 0,05 ‰. Lorsque ce même auteur affirme que l'acide chlorhydrique n'exerce aucune action nuisible à la dose de 0,05 ‰, il faut savoir qu'il est au contraire très toxique à cette dose pour des eaux moins calcaires; mêmes différences pour le sulfate de cuivre et la plupart des autres sels acides. Ceci nous montre qu'il faut, dans ces études et dans ces recherches de dilution limite, non seulement introduire, ainsi que nous allons le faire, la notion de temps comme un élément invariable permettant la comparaison de l'action, mais encore tenir soigneusement compte, comme le fait du reste remarquer judicieusement Weigelt sans toutefois faire d'expériences à ce sujet, de la nature chimique de l'eau employée. C'est pourquoi nous avons toujours expérimenté avec au moins deux types d'eau : l'eau pure, type granitique, représenté par de l'eau distillée, aérée, dans laquelle les poissons témoins vivent toujours très bien sans aucun trouble pendant un temps beaucoup plus long que celui de nos expériences avec les produits nocifs, et une eau calcaire d'un type déterminé dont nous donnons ci-dessous l'analyse.

COMPOSITION DU TYPE D'EAU CALCAIRE (eau de Rochefort) UTILISE POUR NOS EXPERIENCES

Résidu sec, à 110°	270,2
Résidu après calcination et carbonatation	257,9
Degré alcalimétrique, en carbonate de chaux	192,7
Silice	6,93
Sulfate de chaux	49,46

Carbonate de chaux	156,52
Carbonate de magnésie	30,78
Carbonate ferreux	0,34
Chlorure de sodium	8,47
Evaluation de la matière organique, en oxygène — en solution acide	1,16
Evaluation de la matière organique, en oxygène — en solution alcaline	0,95
Ammoniaque et sels ammoniacaux, en ammoniaque	0,02
Azotites, en anhydride azoteux	0,002
Degré hydrotimétrique	22°

Les résultats sont exprimés en milligrammes par litre d'eau.

Le coefficient de neutralisation naturelle des acides de notre eau de Rochefort est de 154; c'est-à-dire que les carbonates contenus dans un litre de cette eau peuvent neutraliser 154 milligrammes d'anhydride sulfurique.

Comme on le voit, l'eau de Rochefort qui nous a servi comme type d'eau calcaire pour nos dilutions se rapproche assez de celle utilisée par Weigelt, pour que nos résultats puissent être comparables.

Peut-être semble-t-il tout d'abord superflu d'étudier l'action des substances nuisibles en dilution avec de l'eau complètement dépourvue de calcaire; cependant, comme nous le faisions remarquer plus haut, c'est le seul moyen d'obtenir des données fondamentales et précises sur ce sujet et, d'autre part, il importe de savoir que de telles eaux sont réalisées naturellement dans certaines régions de la France. Telle est, par exemple, l'eau de Saint-Symphorien-de-Mahun, dont voici la composition d'après l'analyse précise de M. G. Dodero, chimiste-expert de l'Université.

Exemple d'un type d'eau granitique dépourvue de calcaire

(Eau de la commune de Saint-Symphorien-de Mahun par Satillieu (Ardèche).

Résidu sec, à 110°	42
Résidu après calcination et carbonatation	28
Degré alcalimétrique, en carbonate de chaux	0,0

Silice	25,0
Sulfate de chaux	0,0
Carbonate de chaux	0,0
Carbonate de magnésie	0,0
Carbonate ferreux	0,0
Chlorure de sodium	3,0
Evaluation de la matière organique, en oxygène { en solution acide	1,8
Evaluation de la matière organique, en oxygène { en solution alcaline	
Ammoniaque et sels ammoniacaux, en ammoniaque	0,25
Azotites, en anhydride azoteux	0,800
Degré hydrotimétrique	0°

Les résultats sont exprimés en milligrammes par litre d'eau.

On voit que cette eau, riche en silice, ne présente pas trace de calcaire et ne peut, en conséquence, neutraliser la plus petite quantité de produit acide, d'où la nécessité de connaître l'action des dilutions des produits nocifs avec des eaux non calcaires.

TECHNIQUE GENERALE

Notre dilution limite est recherchée et définie en principe pour deux types de poissons de résistance assez différente. Les Salmonides, très délicats et demandant une eau assez fortement aérée et fraîche, et les Cyprinides, moins exigeants au point de vue de la température et de la teneur en oxygène.

Pour le premier cas (Salmonides), notre sujet type est la Truite (T. indigène et T. arc-en-ciel[1], jeunes sujets d'un an) et les autres Salmonides de culture comme termes de comparaison.

Pour le second cas (Cyprinides), nos essais sont faits avec le

---

[1] Le plus souvent nous avons utilisé à la fois la Truite arc-en-ciel et la Truite indigène sans remarquer que la première fût plus résistante aux toxiques que la seconde. Nos résultats, sauf indication spéciale, se rapportent à la Truite arc-en-ciel dont nous avions, dans un bassin d'essai à l'air libre, de nombreux sujets en parfaite santé.

Vairon adulte (*Phoxinus*), qui est le plus sensible des Cyprinides.

Sans doute, la dilution limite varierait quelque peu dans nos deux séries de poissons avec des sujets d'espèces différentes et surtout de taille variée, mais cette variation est, à notre avis, sans grande importance, car elle est toujours faible et se manifeste avec des sujets de même espèce et de même taille en raison des différences de résistance individuelle. D'ailleurs, il ne peut s'agir ici de mesures d'une précision absolue, en l'espèce absolument illusoire et impossible. Ce qu'il faut, ce sont des indications suffisamment exactes dans leur ensemble pour qu'elles soient susceptibles de l'application pratique que nous voulons leur donner, ainsi que nous l'avons exposé plus haut; et, à ce point de vue, il était indiqué de prendre pour les Cyprinides un type très sensible comme le Vairon, afin que les résultats qui s'y rapportent soient, à fortiori, applicables aux autres espèces de poissons du même groupe.

Nous déterminons notre dilution limite par une série d'expériences qui ne peuvent être effectuées que dans un laboratoire de pisciculture réalisant, comme nous l'avons fait ici, le dispositif nécessaire et ayant à sa disposition les diverses espèces de poissons, habituées à vivre déjà depuis longtemps dans ses eaux (eau de Rochefort, dont la composition est donnée plus haut). Des expériences comparatives sont faites en outre avec divers autres types d'eaux naturelles et avec l'eau distillée aérée.

Partant d'abord du produit concentré, nous expérimentons ensuite avec des solutions de plus en plus diluées, jusqu'à ce que nous arrivions à celle que peut supporter le poisson pendant une heure, temps au bout duquel celui-ci, plus ou moins influencé par le produit, devra néanmoins toujours être capable de continuer à vivre une fois replacé dans l'eau pure.

Nous avons fixé la durée d'une heure pour nos expériences parce que nous sommes convaincus qu'au bout de ce temps, lorsqu'il s'agit d'un produit déversé dans une eau même fai-

blement courante, les poissons qui n'ont pas été sidérés par son action ont eu tout le temps possible pour s'éloigner du foyer nocif en même temps que cette action se trouvait de plus en plus affaiblie avec l'apport d'eau nouvelle et l'auto-épuration; de telle sorte qu'avec le produit déversé au titre de notre dilution limite, il n'y a rien à redouter de son action.

Dans certains cas particuliers, la dilution limite pourra être recherchée pour une durée de deux heures, notamment lorsqu'il s'agit de produits évacués dans des eaux presque stagnantes à cours très lent. De même, selon les circonstances, on fera varier les autres données de l'expérience, température, volume d'eau, taille et nature des sujets, etc... Mais ce sont là des cas spéciaux qui, d'ailleurs, ainsi que nous avons pu nous en rendre compte, n'influencent que dans de faibles limites le résultat essentiel que l'on se propose avant tout d'obtenir : le degré de dilution du produit à partir duquel celui-ci n'exerce plus d'action néfaste sur le poisson pendant un temps donné.

Comme on le voit, notre méthode diffère de celles employées jusqu'ici dans ce genre de recherches, tant par son principe que par les résultats que l'on se propose d'obtenir. Tandis que Weigelt et les autres ont eu surtout en vue la mesure de l'intensité de l'action des diverses substances et l'étude de cette action elle-même sur l'organisme du poisson, nous nous proposons surtout de définir le degré de nocivité de la substance elle-même et de rechercher à partir de quelle dilution elle devient, pour un temps donné, inoffensive.

C'est ainsi que nous n'avons pas spécialement en vue, dans nos expériences, la détermination de ce que Weigelt appelle la durée de résistance du poisson, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre son introduction dans la solution et l'instant où il se couche sur le flanc, mortellement atteint, mais, avant tout, quel est le titre maximum de la solution que peut supporter le poisson lorsque, après un temps donné de contact avec elle, il peut continuer à vivre dans son eau habituelle, comme s'il ne s'était rien passé d'anormal.

En d'autres termes, tandis que Weigelt définit plus particulièrement la durée de résistance d'un poisson vis-à-vis du produit, nous cherchons surtout à définir la limite de nocivité du produit mélangé à l'eau.

C'est dans cette voie qu'il importe, croyons-nous, de diriger aujourd'hui les études sur l'action des eaux résiduaires, car elle seule peut conduire à des résultats dont la mise en pratique nous permettra d'atteindre le but poursuivi avec tant d'ardeur et de raison par tous nos groupements piscicoles : un assainissement des eaux sinon parfait mais du moins compatible avec la vie.

Il importe, en effet, de connaître non seulement l'action du produit pur ou en solution concentrée, mais encore et surtout celle de la dilution qu'il reçoit une fois mélangé au cours d'eau dans lequel il est évacué. D'instinct, les poissons évitent ou abandonnent rapidement la zone dangereuse où débouche le conduit évacuateur; mais qu'ils aillent plus loin, ils sont encore soumis au produit de plus en plus dilué par le cours d'eau jusqu'à ce que l'auto-épuration et l'apport d'eau nouvelle en atténuent et neutralisent peu à peu les effets. C'est donc l'action de ces dilutions qu'il nous faut connaître, et le point important pour nous est de rechercher celle que le poisson peut supporter en un temps donné, soit une heure, sans être incommodé.

Ce sera là la limite de dilution qu'on devra imposer aux usiniers, limite au-dessus de laquelle l'évacuation devra être considérée comme portant effectivement atteinte à la vie dans les eaux et par conséquent à l'hygiène publique.

Les nombreuses expériences qu'il était nécessaire d'effectuer pour rechercher la dilution limite nous ont permis en outre d'indiquer le degré de dilution à partir duquel le produit est mortel ou nettement dangereux pour le poisson. Ceci demande une explication; car il semble, à priori, que toute dilution plus concentrée que notre dilution limite doit être dangereuse ou mortelle. Ce serait en effet exact, si les poissons se comportaient dans les expériences comme des éléments de résistance

constante pour une même taille et pour une même espèce. Mais tous ceux qui ont poursuivi ce genre de recherches savent, comme nous, que de grands écarts dans la résistance peuvent se manifester pour une même espèce vis-à-vis d'une même dilution. Il intervient là des facteurs de taille, de nutrition, de résistance individuelle, une véritable « idiosyncrasie », comme l'a si bien définie Ch. Richet (*Dict. de Physiolog.*, Art. Immunité), qui fait que, au-dessus d'une certaine dose de produit toxique, et pour un même degré de dilution, certains individus résistent encore parfaitement alors que d'autres sont plus ou moins fortement éprouvés. Il y a ainsi dans la recherche de nocivité d'une substance, une zone incertaine de dilution (zone d'incertitude de Ch. Richet), dans laquelle les sujets résistent ou ne résistent pas, selon leur coefficient personnel. Au-dessus de cette zone, les poissons périssent infailliblement ou sont toujours fort éprouvés, au-dessous ils restent toujours indemnes.

Ainsi, par exemple, le chlorure de zinc, à la dose de 0,5 ‰ dans l'eau calcaire (Rochefort), atteint toujours mortellement les Truites qui y séjournent pendant une heure. Les sujets ne meurent pas toujours dans la solution, mais remis à l'eau courante ils meurent les jours suivants. Nous pouvons dire que, à cette dose, le chlorure de zinc est sûrement néfaste aux Truites. Par contre, à la dose de 0,25 ‰ et pendant le même temps, nous n'avons jamais observé de suites fâcheuses. Nous pouvons donc affirmer que, à cette dose, le même produit est sûrement inoffensif.

Entre ces deux doses, c'est-à-dire à 0,3 ou 0,4 ‰, certaines Truites ne sont pas éprouvées, d'autres au contraire le sont plus ou moins, c'est donc là la zone incertaine, douteuse, au-dessus de laquelle la nocivité est certaine et au-dessous de laquelle l'innocuité peut être affirmée[1].

---

[1] Ch. Richet, *loc. cit.*, a bien mis en évidence, d'une façon encore plus précise, l'existence de cette zone incertaine en étudiant l'action de poisons minéraux

C'est pourquoi il nous a paru de toute utilité d'indiquer, dans les conclusions de nos expériences, non seulement la dilution limite telle que nous l'avons définie plus haut, c'est-à-dire la dilution maxima supportable sans danger par le poisson pendant une heure, mais encore la dose à partir de laquelle le produit est sûrement dangereux ou mortel pour le même poisson. Entre ces deux doses se trouve la zone incertaine, correspondant aux variations de résistance individuelle des sujets. Et tandis que notre dilution limite (dose maxima supportable sans danger) sera un élément dont la connaissance est indispensable pour la réglementation des débits d'eaux résiduaires dans les cours d'eau, la détermination de la dose minima sûrement dangereuse ou mortelle pour un produit donné en un temps donné sera un document également précieux et même indispensable, pour juger à priori de la nocivité réelle d'un produit résiduaire dont l'évacuation aura donné lieu à des accidents suivis de plaintes dûment motivées ou d'actions judiciaires.

Toutes nos expériences ont été faites avec au moins quatre litres du liquide, souvent davantage, afin que les sujets, selon leur taille, y soient largement à l'aise. La température, maintenue constante aux environs de 15° C., a toujours été soigneusement notée. L'aération du liquide a été pratiquée toutes les fois que cela a paru nécessaire. Les substances chimiques servant à nos expériences de dilution ont toujours été employées à l'état de parfaite pureté et leur formule exacte est donnée pour chaque série de recherches.

Pour certains produits qui, bien que qualifiés purs dans le commerce, contiennent néanmoins un excès d'acide ou d'eau,

---

en injection chez les poissons et divers autres vertébrés. J'ai vu, dit-il, que l'écart individuel allait de 100 à 140 : autrement dit, si la dose qui n'est jamais mortelle est égale à 100, il faut arriver à la dose de 140 pour avoir une dose qui soit toujours mortelle chez tous les individus expérimentés. C'est là la meilleure démonstration de la nécessité de rechercher, comme nous le faisons dans ce travail pour la première fois, pour chaque produit nocif, et la dose sûrement inoffensive et la dose sûrement dangereuse ou mortelle.

comme le chlorure de zinc, le sulfate ferrique, le sulfate d'alumine, etc., nous avons préparé des solutions qui ont été analysées et titrées exactement avant nos expériences.

En outre, toutes les doses indiquées s'entendent en produit pur anhydre correspondant exactement à la formule chimique indiquée. Nous estimons que c'est là un point important, car dans les analyses d'eaux résiduaires, le dosage des éléments chimiques est toujours indiqué sous cet état. Nos données permettront ainsi de trouver rapidement la nocivité d'une eau donnée, une fois sa composition connue, tandis que cette recherche est fort compliquée et prête à de nombreuses erreurs avec les résultats de la plupart des auteurs dans lesquels les éléments chimiques sont indiqués avec des titres variés d'hydratation.

De cette façon, il ne peut y avoir de malentendus sur les résultats, comme cela est arrivé trop souvent avec ceux obtenus par beaucoup d'auteurs antérieurs.

Enfin, il est à peine besoin de spécifier que dans toutes les expériences témoins faites avec les eaux pures qui ont servi à effectuer nos dilutions, les poissons vivaient parfaitement pendant plusieurs heures, même sans renouvellement, dans un volume d'eau égal à celui de l'expérience et à la même température.

Avant de donner ici les résultats de nos nombreuses expériences, qu'il nous soit permis d'insister encore une fois sur ce point qu'il ne faut pas leur accorder une valeur mathématique, c'est-à-dire rigoureusement précise au point de vue numérique, mais seulement les considérer comme des indications pouvant servir de bases à de nouvelles expériences et dont l'utilité et la nécessité n'échapperont d'ailleurs à personne.

Des deux données du problème que nous avons cherché à résoudre, l'une en effet est et ne peut être exprimée que mathématiquement, c'est le degré de dilution de la substance active; mais l'autre, l'action toxique sur l'organisme, n'est pas justiciable de cette expression. Nous avons cependant utilisé, à ce point de vue, les deux repères les plus caractéristiques, soit :

le moment du virage sur le flanc et celui de la mort. Mais, pour le premier, il faut distinguer des tendances aux virages, des virages momentanés et des virages définitifs; et, pour le second, se rapportant à la détermination du temps nécessaire à une action mortelle, on peut prendre comme terme soit le moment où le poisson, désormais immobile et sur le flanc, est voué à une mort certaine qui peut cependant plus ou moins tarder, ou bien le moment, souvent assez difficile à préciser, où cessent définitivement les contractions cardiaques. Ceci n'a, du reste, pas d'autre importance que de modifier légèrement les données numériques des résultats, puisque dans les deux cas le poisson est condamné; mais si l'on ajoute que pour deux poissons de même espèce et de même taille il arrive souvent que l'on constate des différences plus ou moins considérables dans leur résistance à l'intoxication, on verra par cela même l'impossibilité d'introduire la précision mathématique dans ces sortes d'expériences.

On voudra donc bien considérer les résultats des présentes recherches non comme des données rigoureuses et absolues, étroitement applicables dans les limites numériques qu'ils comportent, mais comme des indications qui demandent encore à être élargies et mises en moyennes plus précises, sur la toxicité des produits et la résistance des poissons vis-à-vis de ceux-ci pendant un temps déterminé. C'est, à notre avis, la seule signification qu'on puisse prétendre attribuer à nos résultats. Elle est d'ailleurs suffisamment importante, comme nous l'avons montré plus haut, pour justifier les longues et nombreuses expériences qu'ils ont nécessitées.

En terminant ce bref exposé de technique, nous tenons à adresser à M. G. Dodero, chimiste et chef des travaux à la Faculté des Sciences, tous nos remerciements pour l'inépuisable complaisance avec laquelle il nous a préparé avec la plus grande précision les produits titrés nécessaires à nos expériences, et pour les précieux conseils qu'il nous a prodigués au cours de nos recherches.

II

EAUX DE DÉCAPAGE DES MÉTAUX

Parmi les industries d'ordre chimique qui déversent fréquemment dans nos cours d'eau des produits nuisibles, les usines de décapage de métaux : tôle, laiton, fil de fer, en vue d'opérations galvaniques, méritent à coup sûr d'être signalées d'une façon toute particulière à l'attention des hygiénistes et des pêcheurs, car les substances qu'elles évacuent, toujours plus ou moins acides et souvent chargées de sels minéraux parfois très toxiques, portent un gros préjudice à la rivière qui les reçoit. Dans ces dernières années, les nombreuses plaintes qui se sont élevées de différents côtés au sujet de tels déversements, qui, en diverses régions, ont causé la destruction de toute la faune aquatique et stérilisé de longues fractions de rivières, nous ont engagé à entreprendre, pour ces industries, les recherches pratiques dont nous avons montré plus haut l'utilité, c'est-à-dire l'étude chimique des produits déversés, l'étude de leur action sur le poisson, celle de l'action de leurs éléments constituants et enfin, pour chacune de ces substances, la dilution limite compatible avec la vie dans les eaux.

Nous étudierons successivement à ce point de vue :

Les eaux de décapage du cuivre et du laiton;
Les eaux de décapage du fer;
Les eaux de décapage de l'acier,

puis les composants chimiques décelés par l'analyse dans ces divers produits résiduaires, en prenant comme exemple les eaux résiduaires d'importantes usines françaises.

EAU RESIDUAIRE DES USINES DE DECAPAGE DU CUIVRE ET DU LAITON

Pour étudier l'action nocive des eaux résiduaires de décapage du cuivre et du laiton, nous ne nous sommes pas contenté de faire une série d'expériences de laboratoire avec les produits chimiques qui entrent dans la composition de ces eaux. Voulant nous placer avant tout dans les conditions effectivement réalisées par l'installation sur le bord d'un cours d'eau d'une telle usine qui y déverse ses produits résiduaires, nous avons pris comme sujet d'étude un de ces établissements et étudié d'abord la composition chimique de l'eau d'alimentation de l'usine (eau avant la pollution), puis celle de l'eau à l'évacuateur, à son arrivée dans le cours d'eau (eau résiduaire), puis l'action de cette eau résiduaire à divers degrés de dilution avec l'eau du cours d'eau, jusqu'à déterminer la dilution limite compatible avec la vie du poisson pendant un temps déterminé.

Nos recherches ont été effectuées à l'usine de M. Louiqui, à Grenoble, où il est décapé journellement de grandes quantités de produits ouvragés de laiton (boutons, agrafes, etc...), en vue du nickelage ou d'autres opérations galvanoplastiques.

A cette occasion, nous tenons à adresser à M. Louiqui l'expression de nos remerciements pour l'extrême obligeance avec laquelle il s'est mis à notre disposition pour nous fournir tous les renseignements utiles et nous permettre de recueillir, à différentes reprises, les produits nécessaires à nos expériences et analyses.

L'opération du décapage des cuivres et laitons consiste, comme on le sait, à traiter le métal plus ou moins oxydé par des bains successifs d'acides azotique et sulfurique, avec addition de suie.

Un premier bain rapide à l'acide azotique est immédiatement suivi d'un triple lavage dans l'eau courante circulant dans une cuve rectangulaire divisée en trois compartiments échelonnés

en cascade, que nous désignons respectivement par les numéros 1, 2 et 3. Le compartiment n° 1 reçoit l'eau d'arrivée (pure) et la déverse dans le second d'où elle gagne le troisième qui aboutit finalement à l'évacuateur.

Les pièces de métal disposées dans des laveurs, sorte de cuvettes très ajourées en porcelaine ou en terre vernissée, sont d'abord trempées dans le bain d'acide azotique, puis lavées successivement dans les compartiments n°s 3, 2 et 1; de cette façon, chaque lavage est ainsi effectué avec de l'eau pure. Après que le dernier lavage a enlevé toute trace d'acide azotique, les pièces sont soumises à un deuxième et dernier bain de décapage au moyen d'un mélange d'acide azotique, d'acide sulfurique et de suie. Le lavage est ensuite effectué comme précédemment dans les compartiments n°s 3, 2, 1, et les pièces sont prêtes pour les opérations galvanoplastiques.

Tous les lavages s'effectuent mécaniquement et régulièrement, de sorte que, finalement, le canal et le bassin récepteur des eaux résiduaires renferment un produit fortement acide, de composition à peu près constante à l'évacuateur. C'est ce produit dont nous allons maintenant étudier les caractères, la composition, l'action et le degré de nocivité.

L'eau résiduaire de l'usine de décapage du laiton est une eau limpide, légèrement teintée en bleu, franchement acide (surtout acide sulfurique), avec une quantité assez notable de sulfate de cuivre, de sulfate de zinc et de sulfate de chaux, de petites quantités de sulfate de fer et de sulfate d'alumine.

Comme le degré d'acidité de l'eau résiduaire varie avec la teneur en calcaire de l'eau d'alimentation de l'usine, nous avons d'abord déterminé la composition de celle-ci.

Composition de l'eau de la source alimentant l'usine Louiqui.

Extrait à 110°	268
Carbonate de chaux	169
Sulfate de chaux	55
Chlorures	traces.

Les résultats sont exprimés en milligrammes par litre.

C'est cette eau assez calcaire, mais propre à la consommation, qui est rendue à la sortie de l'usine sous forme d'un produit résiduaire nocif, limpide, dont la composition type est la suivante :

Composition de l'eau résiduaire de décapage de l'usine Louiqui.

Sulfate de cuivre	0,349
Sulfate ferrique	0,018
Sulfate d'alumine	0,012
Sulfate de zinc	0,138
Sulfate de chaux	0,281
Acide sulfurique libre (SO^4H^2)	1,888
Total	2,686
Acide azotique	traces.
Acide chlorhydrique	traces.

Les résultats sont exprimés en grammes par litre.

100 centimètres cubes de cette eau résiduaire sont exactement neutralisés par 1.042 centimètres cubes d'eau de Rochefort (détermination expérimentale) et le mélange ne contient, par conséquent, que des sulfates, sans acides libres ni carbonates. Une plus grande quantité d'eau de Rochefort donne un mélange à réaction alcaline contenant du carbonate de chaux à côté des sulfates.

(Analyse de M. G. Dodero, chimiste-expert de l'Université.)

ACTION NOCIVE DE L'EAU DE DECAPAGE LOUIQUI SUR LES POISSONS ET LA FAUNE NUTRITIVE DES EAUX

1re *Série d'expériences :* **Produit pur.**

Exp. **a)**. Produit pur conforme à l'analyse ci-dessus. T. = 15° C.

Truitelle de 8 à 10 cm. — Mort en 6 minutes.

Le poisson placé dans le liquide commence à effectuer des bonds désordonnés sous l'action caustique de l'acide. Puis les mouvements operculaires se précipitent, les opercules s'écartent démesurément et le poisson vire dès la 1re minute.

Dans la 2e minute, les téguments commencent à blanchir par la production d'une sécrétion muqueuse qui se coagule

à la surface de la peau irritée par l'acide; les mouvements se ralentissent et le poisson tombe sur le fond, le ventre en l'air.

Pendant la 3e et la 4e minute, le poisson est comme sidéré, mais effectue cependant de temps à autre des bonds agoniques avec incurvation du corps. Puis des vomissements surviennent, les branchies blanchissent et, après quelques convulsions, le poisson meurt vers la 6e minute.

Cette mort rapide est due avant tout, comme le démontrent nos expériences relatées plus loin, à l'action caustique de l'acide sulfurique, dont le liquide résiduaire renferme, à l'état libre, près de 2 grammes par litre.

Vairons adultes (*Phoxinus lævis*) et **Gardons** (*Leuciscus rutilus*). — Mort en 9 minutes.

L'action est la même que chez les Truites et presque aussi rapide. Au bout de 3 minutes, le poisson blanchit et ses yeux deviennent opaques. Il vire à la 5e minute, se relève pour effectuer quelques bonds désordonnés et finalement, après une agonie de quelques minutes entrecoupée de sauts brusques, il meurt couvert de mucus entre la 9e et la 10e minute.

Crevettes d'eau douce (*Gammarus pulex*). — Mort en 5 minutes.

L'action du produit résiduaire sur un des éléments les plus importants de la faune nutritive de nos eaux courantes, la petite Crevette d'eau douce, est extrêmement nocive.

Ces petits Crustacés sont comme sidérés par le produit, ils gagnent le fond du vase à expériences, effectuent d'abord quelques mouvements brusques, puis s'arrêtent paralysés. Les mouvements des appendices cessent peu à peu et au bout de 5 à 6 minutes, tous sont morts.

2me *Série d'expériences :* **Produit en dilutions successives avec une eau calcaire (type Rochefort).**

L'eau qui nous a servi pour les dilutions du produit est l'eau calcaire de Rochefort dont la composition, donnée plus haut, se

rapproche beaucoup de celle de l'eau d'alimentation de l'usine.

D'après la teneur en alcali de cette eau, il en faut 1.042 centimètres cubes pour neutraliser 100 centimètres cubes du produit résiduaire, c'est-à-dire que, dilué dans la proportion de 10 du produit pour 100 d'eau environ, le liquide obtenu ne contient plus ni acides libres ni carbonates, mais seulement les sulfates.

A ce degré de dilution donc, l'action caustique et toxique de l'acide sulfurique ne s'exerce plus. Or, nous verrons, dans la série d'expériences ci-dessous, que, à ce degré de dilution, le produit est néanmoins encore fort toxique; c'est que, à ce moment, l'action du sulfate de cuivre et du sulfate de zinc, surtout celle du sulfate de cuivre de beaucoup la plus nocive, continuent à se faire sentir et suffisent pour rendre l'eau résiduaire encore redoutable.

Notre série d'expériences montrera nettement l'intensité de ces actions combinées, puis isolées, de l'acide et des sulfates et nous indiquera par cela même quel degré de dilution on devra exiger de telles eaux résiduaires, selon leur teneur en ces deux éléments.

Exp. **b)** 500 ‰...	Produit	500	T. = 15° C.
	Eau calcaire (Rochefort).	500[1]	

Truitelle indigène de 10 cm. — Mort en 6 à 7 minutes, avec les mêmes symptômes que dans le cas précédent (produit pur).

Vairons. — Mort en 10 minutes.

A la 6e minute, les poissons qui ont jusque-là effectué des bonds assez vifs, cherchant à sortir du liquide, retombent presque immobiles, la tête en bas et le corps couvert de mucus blan-

---

[1] Il est presque inutile de spécifier que dans toutes les expériences témoins faites avec l'eau pure qui a servi à effectuer les dilutions, les poissons vivaient parfaitement pendant plusieurs heures, même sans renouvellement, dans un volume d'eau égal à celui de l'expérience (soit 4 litres) et à la même température.

châtre. Ils se couchent ensuite sur le flanc, puis meurent après quelques bonds saccadés.

Crevettes (*Gammarus pulex*). — Mort en 8 minutes.

(L'intensité de cette action à 500 ‰ est telle que nous abaissons de suite le degré de dilution de nos expériences à 100 ‰, degré qui correspond, comme nous l'avons démontré, à la neutralisation de l'action de l'acide sulfurique.)

Exp. **c)** 100 ‰...	Produit	100	T. = 15° C.
	Eau calcaire (Rochefort).	900	

Truitelles indigènes de 8-10 cm. — Mort en 1 heure après une vive agitation et chute sur le flanc au bout de 25 à 40 minutes, selon les sujets.

Vairons. — Mort en 1 heure.

Les Vairons montrent d'abord une assez vive agitation, avec déséquilibration et mouvements operculaires rapides. Au bout de 4 à 5 minutes, ils virent et restent quelque temps immobiles. Vers la 10e minute, les poissons se redressent et s'agitent à nouveau. Puis les mouvements se ralentissent et, après des alternatives de virage et de redressement qui durent près de 50 minutes, la respiration se ralentit, les poissons viennent respirer à la surface et finalement, après quelques convulsions, restent le ventre en l'air sans mouvement. La mort survient au bout de 1 heure après quelques brusques convulsions.

Crevettes (*Gammarus pulex*). — Sont encore vivantes au bout de 1 heure, mais les mouvements appendiculaires respiratoires sont ralentis ou abolis.

Remises dans l'eau courante, elles périssent toutes dans le courant de l'heure suivante.

Exp. **d)** 50 ‰....	Produit	50	T. = 16° C.
	Eau calcaire (Rochefort).	950	

Truitelles indigènes de 8-10 cm. — La Truite semble de suite incommodée par le liquide et vient respirer activement à la

surface en manifestant une vive agitation; cet état d'inquiétude se prolonge pendant près de 1 heure sans pourtant que le poisson vire. Cependant, au bout de 50 minutes, les branchies pâlissent, la respiration devient irrégulière et, au bout de 1 heure, le poisson tombe sur le flanc. Enlevé du liquide et placé de suite dans l'eau courante, le poisson ne se remet pas et meurt 1 heure après la mise à l'eau pure.

Vairon. — Le Vairon ne semble pas incommodé par le produit pendant la première 1/2 heure de séjour dans le liquide. Dans la seconde 1/2 heure, il manifeste une agitation croissante et vient fréquemment à la surface. Néanmoins, il ne vire pas au bout de 1 heure de séjour et, remis dans l'eau courante, il se rétablit définitivement.

Crevettes (*Gammarus pulex*). — Sont vivantes et encore assez actives au bout de 1 heure. Remises dans l'eau courante, elles sont toutes mortes le lendemain matin.

Exp. **e)** 25 ‰....	Produit	25	T. = 16° C.
	Eau calcaire (Rochefort).	975	

Truitelle indigène de 11 cm. — Après des symptômes de vive agitation, la Truite vire au bout de 1 heure. Remise à l'eau courante, elle meurt peu de temps après.

Vairon. —Supporte un séjour de 1 heure et continue à vivre dans l'eau courante.

Ecrevisse (*Astacus torrentium*). — Résiste très bien pendant 1 heure et, remise dans l'eau courante, a continué à vivre.

Exp. **f)** 10 ‰....	Produit	10	T. = 15° C.
	Eau calcaire (Rochefort).	990	

Truitelle indigène de 8-10 cm. — Résiste bien pendant 1 heure durant laquelle elle montre quelque agitation avec une légère décoloration des téguments. Remise dans l'eau courante au bout de 1 heure, elle résiste définitivement.

La même expérience faite avec un séjour de 2 heures dans le mélange ne semble pas incommoder davantage les sujets. Cependant si, au bout de ce temps, ils sont replacés en eau courante, quelques-uns meurent.

La limite de dilution du produit pour les Salmonides, pour une durée de résistance de 1 heure, doit être fixée à 1 % avec l'eau de rivière que nous avons utilisée. Les autres poissons (Cyprinides), les Ecrevisses et les Crevettes résistent de même parfaitement dans cette dilution, même pendant 2 heures, et, remis dans l'eau courante, continuent à vivre.

Nos dilutions ayant été faites avec une eau calcaire et par conséquent neutralisant une certaine quantité d'acide, on est en droit de se demander si une eau granitique, par exemple, toujours très pauvre ou exempte de calcaire et, en conséquence, incapable de neutraliser une quantité suffisante d'acide, ne nécessiterait pas une dilution plus considérable pour arriver à être supportée par le poisson.

Ce qui revient à se demander si la petite quantité d'acide sulfurique libre qui se trouverait dans le produit dilué à 1 %, soit 0 gr. 0188 par litre, avec de l'eau distillée, serait susceptible d'influencer le poisson.

Exp. g) 10 ‰....	Produit	10	T. = 16° C.
	Eau distillée aérée.....	990	

Le poisson (Truite) a bien supporté une immersion de 1 heure dans ce mélange et, remis au bout de ce temps à l'eau courante, il a continué à vivre.

Il n'y a donc pas à redouter l'action de l'acide sulfurique à ce degré de dilution, quelle que soit la composition de l'eau de la rivière. En conséquence, nous conclurons que *la dilution limite pour le produit résiduaire de l'usine étudiée est de* 10 ‰ pour les poissons les plus sensibles (Salmonides), c'est-à-dire qu'il faut que l'eau résiduaire soit diluée de 100 fois son volume avant d'être évacuée dans le cours d'eau, si l'on veut qu'elle n'y exerce aucune influence nuisible.

CONCLUSIONS

Action du produit résiduaire de l'usine de décapage des cuivres Louiqui, en dilution dans l'eau, pour un séjour de 1 heure dans la solution a la T. de 15 a 16° C.

Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	10 °/₀₀
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	50 °/₀₀

EAU RESIDUAIRE DES USINES DE DECAPAGE DE L'ACIER

Nous avons pu étudier la composition et l'action des eaux de décapage de l'acier provenant d'une grande usine de galvanisation du Nord de la France.

Le bain qui sert au décapage du métal se compose d'eau et d'acide chlorhydrique.

L'eau de décapage, à la sortie des cuves, nous a donné l'analyse suivante :

Fer total (en Fe^2O^3)	19,10	en chlorure ferrique	38,80
Zinc (en ZnO)	0,60	en chlorure de zinc	1,01
Calcium (en CaO)	0,16	en chlorure de calcium	0,32
Chlore total (en HCl)	180,50	acide chlorhydrique libre	153,61
A déduire HCl des chlorures	26,89		
HCl libre	153,61		
Acide sulfurique libre (SO^4H^2)			1,32
		Total	195,06

Les résultats sont exprimés en grammes par litre.
Le fer est encore, en grande partie, à l'état de chlorure ferreux.

On voit par cette analyse que les eaux de décapage de l'acier sont des eaux extrêmement acides, dont l'élément le plus nocif est l'acide chlorhydrique, avec une petite quantité d'acide sulfurique provenant sans doute de l'impureté du premier. Les chlorures de fer y ajoutent leur action. De même, la petite quan-

tité de chlorure de zinc, mais celle-ci représente ici un élément négligeable vis-à-vis des autres produits nocifs.

A titre de renseignements, et aussi comme moyen de contrôle de nos données sur l'action nocive propre à chacun de ces composants, nous avons recherché, avec l'eau de Rochefort (eau calcaire moyenne dont le coefficient de neutralisation naturelle des acides est de 154), quelle était l'action de ce produit en dilutions successives jusqu'à atteindre la dilution limite inoffensive pour le poisson pendant 1 heure de séjour.

Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort (T. = 14° C.).

Exp. **a)** 500 ‰...	Produit	500
	Eau calcaire (Rochefort).	500

4 Vairons. — Montrent de suite une agitation excessive; puis tombent sur le flanc en 30 secondes, blanchissent et meurent en 45 secondes.

Exp. **b)** 100 ‰...	Produit	100
	Eau calcaire (Rochefort).	900

4 Vairons. — Montrent de suite une vive agitation avec respiration active à la surface du liquide. Au bout de 1 minute, ils sont comme paralysés et tombent bientôt sur le flanc (entre 60 et 90 secondes, selon les sujets). La mort survient chez tous dans la seconde minute.

Exp. **c)** 10 ‰...	Produit	10
	Eau calcaire (Rochefort).	990

4 Vairons. — Au début, très vive agitation et bonds hors de l'eau. Au bout de 4 minutes, les poissons deviennent blanchâtres; au bout de 6 minutes, ils semblent immobilisés au fond du récipient. A la 8e minute, ils penchent sur le côté et se relè-

vent par soubresauts. A la 9e minute, ils reviennent à la surface, agités de mouvements convulsifs avec tendance à tomber sur le côté, puis de nombreuses bulles gazeuses apparaissent à leur surface. De la 10e à la 12e minute, ils retombent sur le flanc et meurent après quelques sauts convulsifs au bout de 12 à 15 minutes de contact avec la solution.

Exp. **d)** 5 ‰.....	Produit	5
	Eau calcaire (Rochefort).	995

4 Vairons. — Mêmes symptômes généraux que précédemment. Les poissons se couchent définitivement sur le flanc entre la 12e et 15e minute et meurent au bout de 15 à 20 minutes de contact avec la solution.

Exp. **e)** 1 ‰.....	Produit	1
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

4 Vairons. — Mêmes symptômes généraux que précédemment, mais plus espacés. Ils tombent définitivement sur le flanc entre la 35e et la 45e minute et meurent au bout de 50 à 65 minutes de séjour dans le liquide.

1 Truitelle (*Salmo alsaticus*) de 10 cm. — Dès le début, vive agitation et bonds à la surface avec mouvements operculaires rapides. A la 5e minute, le poisson tombe sur le flanc, puis se relève par sauts brusques. Ses téguments se décolorent. Le poisson vire à nouveau et continue néanmoins à montrer une vive agitation en nageant sur le côté ou sur le dos par saccades. Cet état se maintient pendant 1 heure, après quoi le sujet est mis à l'eau courante en mauvais état.

Exp. **f)** 0,50 ‰..	Produit	0,50
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

2 Vairons et **2 Truitelles** de 8-12 cm. — Après quelques instants d'agitation, les poissons gagnent le fond, puis reviennent

respirer à la surface à de fréquents intervalles. Ils supportent assez bien la solution sans tomber sur le flanc pendant 2 heures et sont ensuite remis en bon état dans l'eau courante.

Exp. g) 0,25 ‰..	Produit	0,25
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

(Expérience de contrôle avec 1 Truite et 1 Vairon.)
Résultats identiques à ceux obtenus dans l'expérience précédente.

La dilution limite de l'eau de décapage d'acier qui a servi à nos expériences avec l'eau calcaire (type Rochefort) est donc de 0,5 ‰.

Comme on le voit, une telle eau résiduaire est extrêmement nocive. Elle est mortelle ou sûrement dangereuse à 1 ‰ et devra être diluée dans la proportion de 2.000 fois son volume pour devenir inoffensive dans des eaux calcaires moyennes.

En se reportant à l'analyse qui en a été donnée ci-dessus, nous voyons que les substances nocives qu'elle renferme sont l'acide chlorhydrique, le chlorure ferrique, le chlorure de zinc et l'acide sulfurique. Le chlorure de calcium étant en quantité inoffensive.

Or, à partir d'une dilution du produit à 1 ‰ (expérience **e**), le chlorure ferrique, le chlorure de zinc et l'acide sulfurique sont déjà à un degré de dilution tout à fait inoffensif, ainsi que le montrent nos tables jointes à ce travail. L'eau résiduaire diluée au millième ne renferme plus en effet que : 0,038 ‰ de chlorure ferrique, lequel n'est dangereux qu'à partir de 0,50 ‰; 0,0013 d'acide sulfurique, dangereux seulement au-dessus de 0,20 ‰, et 0,001 de chlorure de zinc, offensif seulement au-dessus de 0,50 ‰.

C'est donc avant tout l'acide chlorhydrique qui est à incriminer dans l'action toxique de faibles doses du produit résiduaire. Et sa limite de toxicité doit, à peu de chose près, s'accorder avec celle de HCl lui-même. C'est bien ce qui arrive, en effet, puisque à la dilution limite de l'eau résiduaire, soit 0,5 ‰

en eau calcaire, celle-ci ne renferme plus que 0,075 d'acide chlorhydrique et que nous démontrons d'autre part que, à partir de 0,10 ‰, cet acide ne provoque plus la mort du poisson. Ainsi, nos essais de toxicité avec l'eau de décapage de l'acier viennent corroborer les résultats de nos expériences sur les composés chimiques qu'elle renferme.

EAUX RESIDUAIRES DES USINES DE DECAPAGE DU FER

L'eau de décapage d'une importante usine de galvanisation de fil de fer située dans l'Est de la France et dans laquelle l'acide sulfurique est utilisé comme agent décapeur, nous a donné à l'analyse la composition suivante :

Sulfate ferreux SO^4Fe	60,54
Sulfate ferrique $(SO^4)^3Fe^2$	2,18
Acide sulfurique libre SO^4H^2	32,16
Acide chlorhydrique	traces.
Calcium	traces.
Total	94,98

Les résultats sont exprimés en grammes par litre.

C'est un produit fortement nocif en raison de sa teneur en acide sulfurique et en sulfate de fer.

Les expériences relatées ci-dessous vont nous montrer son action sur les poissons et en même temps nous conduire à la recherche de la dilution limite avec de l'eau calcaire du type Rochefort (eau dont le coefficient de neutralisation naturelle des acides est de 154).

Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort (T. = 15° C.).

Exp. **a)** 500 ‰...	Produit	500
	Eau calcaire (Rochefort).	500

4 Vairons. — Montrent une vive agitation dès le début, tom-

bent sur le flanc au bout de 1 à 2 minutes, puis décoloration des téguments, soubresauts et mort en 3 à 5 minutes.

Exp. **b)** 100 ‰...	Produit	100
	Eau calcaire (Rochefort).	900

3 Vairons. —Montrent une vive agitation, avec bonds hors de l'eau dès le début. Tombent sur le flanc au bout de 2 à 3 minutes. Mort en 8-10 minutes.

Exp. **c)** 10 ‰....	Produit	10
	Eau calcaire (Rochefort).	990

3 Vairons. — Vive agitation et bonds hors de l'eau pendant les 40 premières minutes. Puis les mouvements operculaires se ralentissent et les poissons semblent immobiles à la surface, la bouche en partie hors de l'eau. Au bout de 1 heure de séjour dans le liquide, ils sont sur le flanc et meurent quelques minutes après.

Exp. **d)** 5 ‰.....	Produit	5
	Eau calcaire (Rochefort).	995

3 Vairons. — Légère agitation et accélération des mouvements operculaires au début, puis les symptômes s'amendent et au bout de 1 heure les poissons sont en bon état, quoique venant respirer fréquemment à la surface de l'eau. Remis à l'eau courante au bout de 1 heure, ils continuent à vivre.

Dans une seconde expérience, les poissons, dont une Truitelle, ont pu séjourner 2 heures dans la solution sans troubles graves et ont continué à vivre dans l'eau courante.

La dilution limite de cette eau résiduaire avec de l'eau calcaire peut donc être fixée à 5 ‰.

C'est-à-dire qu'on devra y ajouter 200 fois son volume d'eau si l'on veut qu'elle soit inoffensive.

A cette dilution de 5 ‰, le liquide dilué renferme par litre 0 gr. 16 d'acide sulfurique et 0 gr. 30 environ de sulfate ferreux, doses qui sont nettement inférieures à celles que nous donnons comme dangereuses pour chacune de ces deux substances dans notre tableau de nocivité des substances chimiques. Là encore, l'étude d'un produit industriel vient à nouveau corroborer les données acquises au laboratoire sur l'action de chacun de ses composants.

PRINCIPES DES PROCEDES A EMPLOYER POUR LA NEUTRALISATION DES EAUX RESIDUAIRES DE DECAPAGE DES METAUX (CUIVRE, LAITON, FER ET ACIER)

Ces eaux sont des eaux acides chargées en outre de sels métalliques. Le moyen le plus simple de les amener rapidement à neutralisation est l'emploi du carbonate de chaux ou de la chaux.

Le carbonate de chaux sera évidemment moins coûteux et plus facilement maniable, mais son action sera moins homogène et moins rapide et il y aura lieu de redouter l'action de CO^2 mis en liberté et si nuisible aux poissons.

La chaux, au contraire, n'aura pas cet inconvénient et précipitera rapidement tous les métaux en même temps qu'elle neutralisera l'acidité. Il faudra toutefois éviter un trop grand excès de chaux dont l'alcalinité serait aussi nocive aux poissons, tandis qu'un léger excès sera vite carbonaté. L'eau résiduaire ainsi traitée renfermera évidemment, à la fin de l'opération, une quantité plus ou moins grande de sulfate ou de chlorure de calcium, mais nous verrons que ces substances sont très peu nocives et par conséquent pourront être amenées sans inconvénient dans le cours d'eau.

En se basant sur ce principe, on pourra donc rassembler d'abord l'eau résiduaire dans des bassins de décantation qu'on pourra même traiter en bassins de dilution le cas échéant. Puis dans ces bassins on fera arriver un lait de chaux selon une pro-

portion calculée d'après la composition de l'eau résiduaire et de façon à ce que, après le mélange, il n'y ait qu'une légère alcalinité. On utilisera autant que possible des mélangeurs mécaniques pour assurer la rapidité de l'opération. Enfin, après décantation, on pourra encore faire subir une dilution à l'eau résiduaire ainsi neutralisée avant de l'envoyer à la rivière.

III

ACTION DES SUBSTANCES CHIMIQUES ENTRANT DANS LA COMPOSITION DES EAUX RÉSIDUAIRES DE DÉCAPAGE DU CUIVRE, DU LAITON, DE L'ACIER ET DU FER

L'analyse des trois types d'eaux résiduaires étudiés plus haut nous a montré, comme substances actives susceptibles d'exercer une influence plus ou moins nocive sur le poisson, les produits suivants :

Acide sulfurique SO^4H^2 : eaux de décapage du fer, de l'acier, du cuivre et du laiton.
Acide chlorhydrique HCl : eaux de décapage de l'acier.
Sulfate de cuivre SO^4Cu : eaux de décapage du cuivre et du laiton.
Sulfate ferrique $(SO^4)^3Fe^2$ } eaux de décapage du fer.
Sulfate ferreux SO^4Fe }
Sulfate de zinc SO^4Zn : eaux de décapage du laiton.
Sulfate d'alumine $(SO^4)^3Al^2$ } diverses eaux de décapage.
Sulfate de chaux SO^4Ca }
Chlorure ferrique Fe^2Cl^6 }
Chlorure ferreux $FeCl^2$ } eaux de décapage de l'acier.
Chlorure de calcium $CaCl^2$ }
Chlorure de zinc $ZnCl^2$ }

Nous allons maintenant étudier, pour chacune de ces substances, l'action nocive exercée sur le poisson, à diverses doses, en dilutions faites avec l'eau calcaire et l'eau non calcaire, rechercher le degré de dilution à partir duquel elles sont fatales

au poisson et la dilution limite qu'elles doivent recevoir pour être compatibles avec la vie du poisson pour un séjour de 1 heure.

Nous aurons ainsi une série de documents permettant d'établir rapidement le degré de nocivité d'une eau résiduaire de décapage dont la composition chimique aura été préalablement déterminée.

ACIDE SULFURIQUE SO^4H^2

En raison de la rapidité avec laquelle des petites doses d'acide sulfurique sont neutralisées par les eaux du type calcaire, on conçoit qu'il soit nécessaire, si l'on veut rechercher l'action propre de cet acide sur le poisson, d'effectuer des dilutions avec de l'eau pure non calcaire, l'eau distillée aérée, par exemple. En effet, notre eau calcaire de Rochefort neutralise déjà environ 20 centigrammes d'acide sulfurique par litre et par conséquent ne montre plus traces d'acidité dans des dilutions à cette dose. Ce n'est donc plus l'action de l'acide que l'on peut étudier avec des dilutions inférieures à 20 centigrammes, mais seulement celle des produits résultant de l'action de cet acide sur les sels terreux contenus dans l'eau.

Or, la plupart des documents que nous possédons au sujet de l'action de l'acide sulfurique sur les poissons, notamment les nombreuses expériences de Weigelt[1] concernent seulement des dilutions faites avec une eau assez fortement calcaire, de sorte que les résultats qu'ils nous fournissent sur l'action de l'acide sulfurique ne s'y rapportent réellement qu'à partir de doses suffisantes pour dépasser le point de neutralisation et encore faut-il retrancher de cette dose la quantité neutralisée. Par conséquent, ils n'expriment pas l'action réelle de la quantité d'acide que renferme la solution.

---

[1] Weigelt, *loc. cit.*

Et cependant, lorsqu'on étudie avec des eaux calcaires l'action de l'acide sulfurique, même avec des dilutions dans lesquelles l'acide est en quantité inférieure à celle qui peut être neutralisée par ces eaux, on constate chez les poissons des troubles très nets et même très rapides qui ne peuvent alors être imputés à l'action propre de cet acide. Ils sont dus selon nous à l'action délétère de l'acide carbonique mis en liberté. Il résulte de là que des déversements acides peuvent rendre une eau nocive sans que pour cela celle-ci montre de réaction acide. Nous reviendrons sur ce point important après avoir traité des dilutions de l'acide sulfurique en eau calcaire.

Tout d'abord, étudions l'action propre de l'acide sulfurique avec des dilutions en eau pure non calcaire.

Nota. — Dans toutes nos expériences, ainsi que dans tous les énoncés de nos résultats, l'acide sulfurique est exprimé en SO^4H^2.

1° *Expériences avec l'eau distillée aérée*[1] (T. = 16° C.).

Exp. **a)** 0,20 ‰..	SO^4H^2	0,20
	Eau distillée aérée.....	1.000

2 Truitelles de 8-12 cm. — Au bout de 2 minutes, sauts brusques, avec écartement des opercules. A la 3e minute, les poissons tombent sur le flanc et restent immobiles. Puis se produisent quelques mouvements saccadés et 12 à 15 minutes après le début de l'expérience, les poissons meurent.

Exp. **b)** 0,10 ‰..	SO^4H^2	0,10
	Eau distillée aérée.....	1.000

[1] Toutes les données numériques de nos expériences sont exprimées en grammes. Nous donnons toujours la proportion pour 1.000 de mélange afin de faciliter la comparaison des résultats, mais nous rappelons que nos expériences ont toujours été faites avec au moins 4 litres de liquide.

2 Truitelles de 8-12 cm. — Les poissons virent au bout de 40 à 50 minutes après des alternatives de dépression et de vive agitation. La mort survient au bout de 1 heure.

Exp. **c)** 0,05 ‰.. { SO^4H^2 0,05
Eau distillée aérée..... 1.000

1 Truitelle de 10 cm. — Le poisson se maintient en assez bon état pendant 1 heure, durant laquelle il présente alternativement des périodes de mouvements brusques et de repos, mais sans toutefois perdre son équilibre. Au bout de ce temps, il est remis dans l'eau courante où il semble se rétablir, mais le lendemain matin il est trouvé mort.

Exp. **d)** 0,04 ‰.. { SO^4H^2 0,04
Eau distillée aérée..... 1.000

1 Truitelle de 9 cm. — Se maintient en assez bon état pendant 1 heure dans la dilution. Remise à l'eau courante, elle est encore vivante le lendemain, mais semble assez fortement éprouvée.

7 Vairons. — Répartis en trois expériences distinctes, ont également supporté la dilution pendant 1 heure, mais ils sont tous morts après leur mise en eau courante dans un intervalle variant de 1 à 12 heures.

Ainsi donc, le Vairon se montre plus sensible que la Truite qui, peut-être, se défend mieux par sa sécrétion muqueuse.

Exp. **e)** 0,03 ‰.. { SO^4H^2 0,03
Eau distillée aérée..... 1.000

1 Truitelle de 10 cm. — Résiste 1 heure dans la solution et continue à bien se porter en eau courante.

2 Vairons. — Paraissent manifestement souffrir au bout de 1 heure de contact avec la dilution. L'un résiste cependant après la mise en eau courante. L'autre meurt le lendemain.

Exp. f) 0,02 ‰.. { SO^4H^2 0,02
Eau distillée aérée..... 1.000

2 Vairons. — Supportent bien la dilution pendant 1 heure et continuent à vivre dans l'eau courante.

La dilution limite de l'acide sulfurique avec une eau non calcaire sera donc de 0,03 ‰ *pour les Salmonides et de* 0,02 ‰ *pour les Cyprinides les plus sensibles*[1] (*Vairons*).

2° *Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort* (T. = 16° C.).

Dans toutes ces expériences, il importe de noter que notre eau de dilution (eau de Rochefort) est une eau qui renferme par litre une quantité de sels terreux neutralisant, en chiffres ronds, 20 centigrammes d'acide.

Il en résulte que toutes les dilutions supérieures à 0,20 ‰ exerceront sur le poisson une action complexe due :

1° A l'influence de l'acide sulfurique libre (action propre de l'acide sulfurique semblable à celle étudiée plus haut), et

2° A l'influence des produits de réaction de l'acide sur les sels terreux de l'eau, surtout de l'acide carbonique dont on connaît l'action fâcheuse et rapide sur les poissons. Par contre, des dilutions inférieures à 0,20 ‰ n'agiront seulement que par ces mêmes produits de réaction de l'acide puisque la quantité de ce dernier n'est pas suffisante pour qu'il en reste à l'état libre dans le mélange.

La série d'expériences que nous avons entreprises en partant de doses d'acide nettement supérieures à la quantité neutralisable va nous permettre d'observer ces deux modes d'action.

---

[1] D'après Weigelt, en effet, les Tanches sont très résistantes à l'action de l'acide sulfurique, puisqu'il a pu en maintenir une pendant une heure dans une concentration de 0,5 ‰ avec une eau calcaire, il est vrai, mais dans laquelle la proportion d'acide libre était certainement supérieure à 0,25 ‰.

Exp. g) 0,70 ‰.. { SO^4H^2 0,70
Eau calcaire (Rochefort). 1.000 }

(Dilution correspondant à 0,50 de SO^4H^2 libre.)

2 Truitelles de 8-10 cm. — Dès le début, mouvements très vifs; les poissons virent en 4 minutes, puis effectuent des sauts désordonnés. Ils sont de nouveau sur le flanc à la 8e minute, se relèvent par de brusques mouvements, puis virent définitivement à la 10e minute. La mort survient 15 minutes après le début de l'expérience en extension operculaire.

1 Vairon. — Semble d'abord peu influencé et à peine agité, puis surviennent des mouvements brusques et chute sur le flanc en 12 minutes. Les mouvements operculaires vont ensuite en se ralentissant (25 à la minute). Les poissons restent sur le flanc et agonisent au bout de la 17e minute. La mort survient en 20 minutes, le corps étant recouvert de mucus.

Exp. h) 0,45 ‰.. { SO^4H^2 0,45
Eau calcaire (Rochefort). 1.000 }

(Dilution correspondant à 0,25 de SO^4H^2 libre.)

Truitelle de 9 cm. — Vire en 5 minutes, ventre en l'air à la 6e minute, respiration très accélérée à partir de la 12e minute, puis sauts brusques, écartement des branchies et mort en 18 minutes.

Vairon. — Vire en 16 minutes, puis mêmes symptômes que plus haut, avec redressements brusques, sauts et chute sur le flanc, mort en 30 minutes après soubresauts.

Exp. i) 0,30 ‰... { SO^4H^2 0,30
Eau calcaire (Rochefort). 1.000 }

(Dilution correspondant à 0,10 de SO^4H^2 libre.)

Truitelle de 8-10 cm. — Chute sur le flanc, puis ventre en l'air au bout de la 10e minute. Apparition de mucus avec bulles

d'air sur la peau vers la 22e minute, agitation vive vers la 25e minute, soubresauts, puis respiration ralentie vers la 35e minute, mort en 40 minutes.

Vairons. — Virent en 20 minutes, puis se relèvent. Au bout de la 25e minute, apparition de mucus blanchâtre sur la peau, soubresauts très vifs. A la 30e minute, les poissons se relèvent et sont vivement agités; vers la 35e minute, ralentissement des mouvements operculaires, puis bonds saccadés agoniques et mort en 45 minutes.

Exp. **j)** 0,25 ‰... { SO^4H^2 0,25
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

(Dilution correspondant à 0,05 de SO^4H^2 libre.)

2 Truitelles de 8-10 cm. — Virent en 3 minutes pour se relever vers la 25e minute, elles paraissent fortement déprimées au bout de 1 heure de contact, mais se remettent néanmoins dans l'eau courante.

Exp. **k)** 0,22 ‰.. { SO^4H^2 0,22
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

(Dilution correspondant à 0,02 de SO^4H^2 libre.)

2 Truitelles de 8-10 cm. — Virent en 3 minutes pour se relever vers la 40e minute et sont remises en bon état au bout de 1 heure dans l'eau courante.

Exp. **l)** 0,20 ‰... { SO^4H^2 0,20
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

(Dilution ne renfermant plus que des traces de SO^4H^2 à peine décelables à l'Hélianthine.)

1 Truitelle de 8 cm. — Vire à la 3e minute, se relève à la 20e minute et est remise en bon état au bout de 1 heure dans l'eau courante.

Exp. **m)** 0,15 ‰. $\left\{ \begin{array}{ll} SO^4H^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 0,15 \\ \text{Eau calcaire (Rochefort).} & 1.000 \end{array} \right.$

(Dilution ne renfermant plus du tout de SO^4H^2 libre.)

1 Truitelle de 9 cm. — Vire en 5 minutes, se relève en 15 minutes et est remise en bon état au bout de 1 heure dans l'eau courante.

Exp. **n)** 0,10 ‰.. $\left\{ \begin{array}{ll} SO^4H^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 0,10 \\ \text{Eau calcaire (Rochefort).} & 1.000 \end{array} \right.$

Truite de 15 cm. — Tendance à virer au bout de 5 minutes, mais se relève et est remise en bon état au bout de 1 heure dans l'eau courante.

Vairon. — Supporte bien la solution et est remis en parfait état dans l'eau courante.

Exp. **o)** 0,05 ‰.. $\left\{ \begin{array}{ll} SO^4H^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 0,05 \\ \text{Eau calcaire (Rochefort).} & 1.000 \end{array} \right.$

Truitelle de 9 cm. — Ne vire pas, bon état constant.

Cette dernière expérience a été faite pour simple contrôle. En raison de la faible et éphémère action de la solution à 0,15 ‰ sur les Truites et de son action nulle sur les Vairons, nous admettons que la *dilution limite de l'acide sulfurique dans l'eau calcaire est de* 0,15 ‰ *pour les Cyprinides et les Salmonides.*

Nota. — Cette dilution limite pourrait, à la rigueur, être reculée jusqu'à 0,20 et même 0,25 ‰ pour les Truitelles, puisque les poissons ont pu supporter cette dose pendant 1 heure. Mais ils étaient tellement éprouvés à la fin de ces expériences que, en toute prudence, nous proposons la proportion de 0,15, moins nocive et toujours mieux supportée malgré les troubles rapides du début, dus sans doute à l'acide carbonique.

L'étude de l'action de l'acide sulfurique en dilution dans les eaux calcaires, même d'un degré moyen, comme nos eaux de

Rochefort, nous conduit à des considérations importantes. Il semblerait, en effet, que dès que la quantité d'acide est telle qu'elle puisse être complètement neutralisée par les carbonates alcalins contenus dans l'eau, l'eau ne présentant plus par conséquent aucune réaction acide, le mélange ne soit plus nuisible pour le poisson. Or, nos expériences montrent que des doses d'acide bien inférieures à celle qui est neutralisée sont encore manifestement nocives.

Ainsi, avec l'eau de Rochefort qui peut neutraliser 0,20 de SO^4H^2 par litre, des dilutions de 0,20, de 0,15 et même de 0,10 exercent encore une action très sensible sur les Truites. Dans des dilutions à 0,20 et même à 0,15, qui ne présentent plus à l'Hélianthine aucune réaction acide, les Truites sont sur le flanc au bout de 5 minutes et ne se relèvent qu'au bout de 15 à 20 minutes.

Quelle est donc la cause de cette action nocive que nous ne pouvons plus imputer à l'acide sulfurique?

A notre avis, il faut faire entrer ici en ligne de compte l'influence fâcheuse de l'acide carbonique mis en liberté. En effet, en présence d'une eau calcaire, l'acide sulfurique va d'abord décomposer les carbonates alcalins et mettre en liberté CO^2, produit toxique; et s'il est en quantité supérieure à celle qui est neutralisable par les carbonates, il agira en outre avec son action propre telle que nous l'avons déterminée avec l'eau distillée. La décomposition des carbonates de chaux et de magnésie contenus dans un litre d'eau de Rochefort exige, comme nous l'avons dit, 0,20 d'acide sulfurique et met en liberté 0,09 de CO^2 qui vont se dissoudre et s'ajouter à la minime quantité de ce gaz existant déjà à l'état naturel dans cette eau. Or, nous savons, d'après les recherches de Weigelt, que déjà à la dose de 10 centigrammes et même de 0,075 ‰, l'acide carbonique exerce très rapidement sur la Truite une action fâcheuse (l'animal tombe sur le flanc en quelques minutes après des bonds et des mouvements désordonnés).

Par conséquent, une dilution à 0,20 ‰ et même 0,15 d'acide

sulfurique dans l'eau de Rochefort, tout en ne donnant plus aucune réaction acide, provoquera néanmoins des troubles assez graves chez le poisson, puisqu'elle va mettre en liberté respectivement 9 et 7 centigrammes de CO^2. C'est bien ce que nous montrent nos expériences dans lesquelles nous voyons, à partir de 0,15 et 0,20 ‰ de SO^4H^2, les Truites tomber encore sur le flanc au bout de quelques minutes, sans doute surprises et suffoquées par l'acide carbonique. Elles résistent cependant à ce milieu défavorable au moins pendant 1 heure et se remettent généralement dans l'eau courante, mais il n'en est pas moins à retenir qu'une dose d'acide largement neutralisée par les carbonates de l'eau calcaire peut encore produire des influences fâcheuses sur le poisson. En d'autres termes, un déversement d'acide peut rendre des eaux nocives sans que celles-ci présentent une réaction acide. C'est là assurément un point fort important à connaître en matière d'expertises.

En résumé, l'action de l'acide sulfurique en dilution dans l'eau peut avoir trois origines distinctes, selon le degré de dilution et la nature de l'eau :

1° Action propre de l'acide (dans les eaux non calcaires).

2° Action propre de l'acide, plus action de l'acide carbonique mis en liberté (eaux calcaires recevant une quantité d'acide supérieure à celle neutralisée par les carbonates).

3° Action propre de l'acide carbonique mis en liberté (eaux calcaires recevant une quantité d'acide égale ou inférieure à celle qui est neutralisée par les carbonates).

CONCLUSIONS

Action de l'acide sulfurique (doses exprimées en SO^4H^2).

Pour un séjour de 1 heure		Eau distillée aérée	Eau calcaire (Rochefort)
Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	Truites	0,03 °/₀₀	0,15 °/₀₀
	Vairons	0,02 °/₀₀	0,15 °/₀₀
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	Truites	0,05 °/₀₀	0,30 °/₀₀
	Vairons	0,04 °/₀₀	0,30 °/₀₀

ACIDE CHLORHYDRIQUE HCl

Les documents que nous possédons concernant l'action de l'acide chlorhydrique sur les poissons et la faune des eaux en général sont encore bien incomplets; nous savons cependant d'après Nienhaus (cité par Weigelt) que, des trois acides : chlorhydrique, sulfurique et nitrique, c'est le premier qui exerce l'action la plus énergique. D'après Weigelt, 1 ‰ de cet acide suffit pour déterminer la mort certaine des Truites et des Tanches; à 0,10 ‰, l'animal se couche sur le flanc au bout de 2 minutes et, s'il est placé dans l'eau courante après 5 minutes de séjour dans l'eau acidulée, il se rétablit. Enfin, dans une solution de 0,05 ‰, une petite Truite peut séjourner 1/2 heure sans inconvénient. Il ne faut pas oublier que ces résultats de Weigelt sont obtenus par des dilutions faites avec de l'eau assez fortement calcaire se rapprochant beaucoup, du reste, de celle de Rochefort que nous avons utilisée comme type d'eau calcaire. Les expériences de Weigelt permettent de considérer comme dilution limite la dose de 0,05 ‰, résultat qui s'accorde parfaitement avec les nôtres en ce qui concerne les eaux du type calcaire. Mais en ce qui concerne l'action avec les eaux granitiques, type eau distillée, nos expériences ont montré que cette dilution de 0,05 ‰ est extrêmement nocive (mort des Truites en 10 minutes) et qu'il faut une dilution au moins 10 fois plus faible, soit de 3 à 5 milligrammes ‰, pour que le poisson puisse la supporter.

1° *Expériences avec l'eau distillée aérée* (T. = 15 à 16° C.).

Exp. **a)** 0,05 ‰..	HCl	0,05
	Eau distillée aérée.....	1.000

2 Truitelles de 8-10 cm. — Se couchent sur le flanc au bout de 30 minutes et meurent 10 minutes après, soit mort en 40 minutes.

2 Vairons. — Se couchent sur le flanc au bout de 15 minutes et meurent 25 minutes après, soit mort en 40 minutes.

Exp. **b)** 0,025 ‰.	HCl	0,025
	Eau distillée aérée.....	1.000

Truite de 15 à 16 cm. — Supporte la solution pendant 1 heure, mais en manifestant une vive agitation avec tendance à se coucher sur le flanc. Remise ensuite dans l'eau courante, elle meurt peu de temps après.

Exp. **c)** 0,020 ‰.	HCl	0,020
	Eau distillée aérée.....	1.000

4 Vairons. — En deux expériences distinctes, meurent dans la solution l'un au bout de 38 minutes, l'autre au bout de 40 minutes, un autre au bout de 45 minutes et le dernier en 55 minutes.

Exp. **d)** 0,010 ‰.	HCl	0,010
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Vairon et **1 Truitelle** de 8 cm. — Résistent 1 heure dans la solution, mais, remis dans l'eau courante, ils meurent le lendemain, le Vairon au bout de 12 heures, la Truite au bout de 14 heures.

Exp. **e)** 0,005 ‰.	HCl	0,005
	Eau distillée aérée.....	1.000

2 Vairons. — Résistent 1 heure, mais, remis dans l'eau courante, ils meurent le lendemain au bout de 15 heures.

Exp. **f)** 0,003 ‰.. { HCl 0,003
Eau distillée aérée..... 1.000

2 Vairons et **1 Truitelle** de 9 cm. — Résistent bien dans la solution pendant 1 heure et, remis dans l'eau courante, ils continuent à vivre.

Cette dernière expérience nous montre donc que *la dilution limite de l'acide chlorhydrique avec une eau non calcaire est de* 0,003 ‰.

C'est là la dose maxima que peuvent supporter les poissons pendant 1 heure sans trouble grave et les diverses expériences relatées ci-dessus montrent que, vis-à-vis de cette substance, les Vairons sont légèrement plus sensibles que les Truites, mais cette différence de résistance n'est pas assez grande pour qu'il y ait lieu de définir une dilution limite pour chacune de ces deux sortes de poissons.

2° *Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort* (T. = 13° C.).

Exp. **g)** 0,20 ‰.. { HCl 0,20
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

1 Vairon. — Au bout de 15 minutes, le Vairon semble immobile et présente de curieux mouvements d'oscillation de part et d'autre de son plan de symétrie, mais sans se coucher complètement sur le flanc. Cet état est entrecoupé de brusques sauts hors de l'eau avec respiration active à la surface. Le poisson résiste néanmoins pendant 1 heure de séjour dans le liquide, mais il meurt dans l'eau courante quelque temps après.

1 Truitelle de 7 cm. — Au bout de 1 minute tombe sur le flanc, puis reste couchée au fond, le corps légèrement incurvé en S; résiste dans cet état pendant toute la durée du séjour dans le liquide, soit 1 heure. Remise à l'eau courante, elle paraît encore fortement éprouvée le lendemain.

Exp. **h)** 0,15 ‰.. { HCl 0,15
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

2 Vairons. — Présentent, durant leur séjour dans la solution, une tendance manifeste à virer, mais cependant résistent. Remis à l'eau courante, ils continuent à vivre.

Exp. **i)** 0,10 ‰.. { HCl 0,10
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

2 Truitelles de 10-12 cm. — Les poissons se couchent sur le flanc au bout de 5 minutes, puis se relèvent le corps couvert de bulles de gaz; après 40 minutes d'une vive agitation, ils retombent sur le flanc pour se relever à nouveau avec des mouvements d'inspiration irréguliers et violents. Au bout de 1 heure de séjour dans la solution, les animaux sont remis à l'eau courante dans un assez mauvais état, ils sont néanmoins rétablis le lendemain.

Exp. **j)** 0,05 ‰.. { HCl 0,05
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

2 Truitelles de 10 cm. et **3 Vairons.** — Supportent bien la solution pendant 1 heure. Remis dans l'eau courante, ils semblent en parfait état le lendemain.

Cette dernière expérience, qui s'accorde complètement avec les résultats de l'expérience n° 75, de Weigelt, nous permet d'admettre que *la dilution limite de l'acide chlorhydrique avec une eau calcaire* (*Rochefort*) *est de* 0,05 ‰.

Nota. — De l'expérience **i** il semble que l'on puisse admettre déjà la proportion de 0,10 ‰ comme dilution limite pour Truites et Vairons, puisque nos poissons qui l'ont supportée 1 heure étaient encore vivants le lendemain dans l'eau courante. Cependant, les accidents que nous avons constatés au cours de l'expérience chez les Truites, et qui sont relatés plus haut, nous

montrent que cette dilution est tout au moins dangereuse pour cette espèce et serait même probablement mortelle sur des sujets de faible résistance naturelle. Il nous paraît rationnel d'admettre que les manifestations toxiques qui se produisent rapidement à cette dose (les poissons tombant sur le flanc déjà au bout de 5 minutes pour se relever bientôt) sont dues en grande partie au dégagement d'acide carbonique, phénomène comparable à celui que nous avons signalé plus haut à propos de l'action de l'acide sulfurique, et il est fort possible qu'elles seraient encore plus graves si l'eau était plus riche en carbonate de chaux. C'est pourquoi, en toute prudence, nous admettons comme dilution limite de l'acide chlorhydrique dans l'eau calcaire la proportion de 0,05 ‰ pour la Truite, en élevant cette proportion à 0,10 pour les Vairons.

CONCLUSIONS

Action de l'acide chlorhydrique HCl.

Pour un séjour de 1 heure		Eau distillée aérée	Eau calcaire (Rochefort)
—		—	—
Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	Truites	0,003 °/₀₀	0,05 °/₀₀
	Vairons	0,003 °/₀₀	0,10 °/₀₀
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	Truites et Vairons	0,005 °/₀₀	0,20 °/₀₀

SULFATE DE CUIVRE SO^4Cu

Nos expériences vont montrer la grande sensibilité des poissons vis-à-vis du sulfate de cuivre. Déjà König avait indiqué que des doses de 0 gr. 012 ‰ et même moins déterminaient des phénomènes morbides, mais il n'a pas recherché quelle quantité maxima le poisson pouvait supporter. De même Weigelt, qui n'a opéré qu'avec des solutions assez fortes de 1 à 0,10 ‰,

a constaté leur grande toxicité, mais il n'a pas indiqué les doses minima dangereuses ou la limite de dilution supportable.

En opérant avec des dilutions de plus en plus faibles, nous allons montrer qu'il faut arriver, avec l'eau non calcaire, à des dilutions de 0,0025 ‰ pour assurer à des Truites l'innocuité d'un séjour de 1 heure dans de telles eaux, par contre avec des eaux calcaires (type Rochefort), qui précipitent le cuivre sous forme de carbonates, les poissons peuvent supporter des dilutions variant de 0,05 à 0,20 ‰, selon les espèces.

1° *Expériences avec l'eau distillée aérée* (T. = 16° C.).

Exp. **a)** 1 ‰.....	SO^4Cu	1
	Eau distillée aérée....	1.000

1 Truitelle de 8 cm. — Tombe sur le flanc au bout de 5 minutes, puis se relève et, après une vive agitation avec inspirations à la surface, reste au fond immobile 15 minutes après le début de l'expérience. A la 25e minute, le poisson est recouvert d'un mucus blanchâtre. Il effectue quelques bonds hors de l'eau puis vire à nouveau, mais définitivement, vers la 35e minute pour mourir en 40 minutes.

1 Vairon. — Tombe sur le flanc en 20 minutes et meurt en 50 minutes.

Exp. **b)** 0,20 ‰..	SO^4Cu	0,20
	Eau distillée aérée....	1.000

1 Truitelle de 8 cm. — Mêmes phénomènes, mais moins accentués que dans l'expérience précédente. Le poisson tombe sur le flanc en 40 minutes et meurt au bout de 1 heure.

Exp. **c)** 0,10 ‰..	SO^4Cu	0,10
	Eau distillée aérée....	1.000

Exp. d) 0,05 ‰.. { SO^4Cu 0,05
Eau distillée aérée.... 1.000

Exp. e) 0,025 ‰. { SO^4Cu 0,025
Eau distillée aérée.... 1.000

Dans toutes ces expériences faites sur des Truites de 8 à 9 centimètres, le produit fait sentir son action toxique à peu près avec la même intensité que dans l'expérience précédente. Les faibles écarts de temps dans les manifestations toxiques ne semblent provenir que des différences de résistances individuelles. Dans ces trois expériences, en effet, les Truites sont tombées sur le flanc au bout d'un temps variant de 30 à 60 minutes et ont succombé au bout de 50 à 80 minutes de séjour dans la solution, sans que ces temps soient toujours proportionnels à la teneur en sel toxique. Les Vairons se sont montrés plus résistants et supportent bien en apparence 1 heure de solution à 0,10 et à 0,05 ‰ de sulfate, mais ils meurent les jours suivants dans l'eau courante. Toutefois, à partir de 0,025 ‰, la plupart résistent.

Exp. f) 0,01 ‰... { SO^4Cu 0,01
Eau distillée aérée.... 1.000

A partir de cette dose nous entrons dans la zone indécise de nocivité du sulfate de cuivre, car nous voyons des différences d'actions relativement considérables pour de mêmes doses de sel selon les sujets mis en expérience. Voici quelques résultats se rapportant à l'expérience.

1 Truitelle de 11 cm. — Tombe sur le flanc au bout de 1 heure et meurt en 80 minutes.

1 Truitelle de 11 cm. — Supporte la solution pendant 1 heure sans virer, mais meurt peu de temps après dans l'eau courante.

1 Truitelle de 10 cm. — Supporte la solution pendant 1 heure et semble en bon état le lendemain dans l'eau courante.

3 Vairons. — Ne virent pas durant 1 heure de contact avec la solution. Remis ensuite à l'eau courante, l'un est trouvé mort le lendemain, les deux autres ont résisté.

Exp. **g)** 0,005 ‰. $\left\{ \begin{array}{ll} SO^4Cu \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 0,005 \\ \text{Eau distillée aérée} \ldots\ldots & 1.000 \end{array} \right.$

1 Truitelle de 11 cm. — Tombe sur le flanc au bout de 1 heure et meurt en 65 minutes.

1 Truitelle de 11 cm. — Tendance à virer à la fin de l'expérience (1 heure), mais se rétablit dans l'eau courante.

1 Vairon. — Résiste 1 heure et va bien dans l'eau courante.

Exp. **h)** 0,003 ‰. $\left\{ \begin{array}{ll} SO^4Cu \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 0,003 \\ \text{Eau distillée aérée} \ldots\ldots & 1.000 \end{array} \right.$

1 Truitelle de 10 cm. — Laissée plus de 1 heure dans la solution, vire en 85 minutes et meurt en 100 minutes.

Exp. **i)** 0,0025 ‰. $\left\{ \begin{array}{ll} SO^4Cu \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 0,0025 \\ \text{Eau distillée aérée} \ldots\ldots & 1.000 \end{array} \right.$

2 Truitelles de 10-11 cm. — Résistent pendant 2 heures de contact avec la solution et vont bien ensuite dans l'eau courante.

3 Truites (*Salmo alsaticus*) de 15 cm. — Résistent de même.

En raison de la forte nocivité du sulfate de cuivre et de la variabilité de son action dans les expériences **g**, **h** et **i**, il nous paraît prudent d'accepter comme *dilution limite du SO^4Cu en eau non calcaire, pour la Truite, le proportion de* 0,0025 ‰.

Le Vairon se montre un peu plus résistant et on peut adopter la *dilution limite de* 0,005 ‰ *pour le Vairon.*

2° *Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort* (T. = 14° C.).

Le liquide se trouble par précipitation de carbonate de cuivre.

Exp. **j)** 1 ‰..... $\left\{ \begin{array}{ll} SO^4Cu \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & 1 \\ \text{Eau calcaire (Rochefort)} & 1.000 \end{array} \right.$

2 Vairons. — Tombent sur le flanc en 15 et 20 minutes. Mort au bout de 30 et 40 minutes.

Exp. **k)** 0,50 ‰.. { SO^4Cu 0,50
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

2 Vairons. — Ne virent pas au bout de 1 heure de séjour, mais, remis dans l'eau courante, ils sont trouvés morts le lendemain.

Exp. l) 0,30 ‰... { SO^4Cu 0,30
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

1 Truitelle de 12 cm. — Vire plusieurs fois dans le mélange et meurt en 55 minutes.

2 Vairons. — Résistent 1 heure et semblent se maintenir, quoiqu'en mauvais état, dans l'eau courante.

Exp. **m)** 0,20 ‰. { SO^4Cu 0,20
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

1 Truitelle de 11 cm. — Résiste 1 heure dans le mélange. Remise dans l'eau courante, elle meurt le lendemain.

1 Vairon. — Résiste 1 heure et continue à vivre dans l'eau courante.

Exp. **n)** 0,10 ‰.. { SO^4Cu 0,10
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

1 Truitelle de 10 cm. — Résiste 1 heure dans le mélange. Remise à l'eau courante, elle meurt 24 heures après.

Exp. **o)** 0,05 ‰.. { SO^4Cu 0,05
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

2 Truitelles de 8-10 cm. — Résistent 1 heure dans le mélange et continuent à bien se porter dans l'eau courante où elles sont mises en observation pendant 8 jours. Elles sont en parfait état au bout de ce temps.

Dans une série d'expériences de contrôle faites avec 0,025,

0,01, 0,005 et 0,003 ‰, même résultat que dans l'expérience précédente. Truites et Vairons supportent bien un séjour de 1 heure dans les dilutions et continuent à bien se porter dans l'eau courante.

Nous admettrons donc comme *dilution limite de SO^4Cu avec l'eau calcaire* 0,05 ‰ *pour les Truites et* 0,20 ‰ *pour les Vairons.*

CONCLUSIONS

Action du sulfate de cuivre SO^4Cu.

Pour un séjour de 1 heure		Eau distillée aérée	Eau calcaire (Rochefort)
Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	Truites	0,0025 °/₀₀	0,05 °/₀₀
	Vairons	0,005 °/₀₀	0,20 °/₀₀
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	Truites	0,025 °/₀₀	0,10 °/₀₀
	Vairons	0,050 °/₀₀	0,50 °/₀₀

Les expériences que nous avons entreprises avec le sulfate de cuivre, quoique nombreuses, sont encore, à notre avis, bien insuffisantes, car il serait fort utile de connaître encore l'action de ce sel sur les divers autres poissons d'élevage. On sait, en effet, que fréquemment les eaux piscicoles sont envahies par des algues vertes, Spirogyres, Conferves, etc., fort gênantes, souvent nuisibles au point d'empêcher toute exploitation. Or, ces algues sont extrêmement sensibles au sulfate de cuivre, ainsi que l'ont montré les études poursuivies par le Département de l'Agriculture des Etats-Unis.

Des doses de 1 milligramme ‰ et au-dessous ont suffi pour débarrasser certaines pièces d'eau de cette végétation. Ainsi Dienert[1] rapporte que, au moyen d'une solution au 1/50.000.000e, on réussit à faire disparaître les Spirogyres qui empêchaient la végétation du cresson dans une cressonnière de l'Etat de Vir-

---

[1] F. Dienert, *Hydrologie agricole*. Baillière et fils, Paris, p. 421, 1907.

ginie. De même, l'eau d'alimentation de la ville de Kentucky, qui avait une mauvaise odeur due aux *Anabœna, Clathrocystis* et *Eudorina,* fut promptement améliorée et débarrassée de ces algues par le sulfate de cuivre à 1/4.000.000e, soit à la dose infime de 0,00025 ‰. Ce sont là, comme on le voit, des doses inoffensives pour les poissons que nous avons pris comme sujets d'expérience et au moins pour un séjour de 1 heure. Il restera à définir les doses supportables pour les diverses espèces de poissons de culture et pour une durée de séjour nécessaire à la destruction des algues. La connaissance de ces données, venant s'ajouter à celles que nous possédons déjà, sera assurément des plus intéressantes pour la pisciculture industrielle.

SULFATE FERRIQUE $(SO^4)^3Fe^2$

Relativement à l'action des dilutions de sulfate ferrique sur les poissons, nous n'avons pas trouvé de documents précis. Les eaux résiduaires de plusieurs usines de décapage de métaux nous ayant montré la présence de notables quantités de ce sel, nous étudierons ici son action et rechercherons sa dilution limite avec l'eau distillée et avec l'eau calcaire (type Rochefort), pour la comparer ensuite avec celle du sulfate ferreux.

Nota. — Toutes les doses de sulfate ferrique indiquées dans nos expériences sont exprimées en $(SO^4)^3Fe^2$, c'est-à-dire en sel anhydre.

1° *Expériences avec l'eau distillée aérée* (T. = 14° C.).

Exp. **a)** 10 ‰...	$(SO^4)^3Fe^2$	10
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truitelle de 9 cm. — Dès le début, vive agitation avec respiration à la surface et tendance à virer; tombe sur le flanc au

bout de 20 minutes, puis, après plusieurs convulsions, gagne le fond et meurt à la 45e minute.

Exp. **b)** 4 ‰....	$(SO^4)^3Fe^2$	4
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truitelle de 7 cm. — Résiste 1 heure à la solution avec tendance répétée à tomber sur le flanc. Remise à l'eau courante, elle meurt 3 heures après.

Exp. **c)** 2 ‰.....	$(SO^4)^3Fe^2$	2
	Eau distillée aérée.....	1.000

2 Truitelles de 8-10 cm. — Virent, puis se relèvent à la 30e minute, mourantes à la fin de l'expérience.

2 Vairons. — Se comportent de même et sont couverts de mucus et de bulles de gaz au moment de leur mise à l'eau courante.

Exp. **d)** 1 ‰.....	$(SO^4)^3Fe^2$	1
	Eau distillée aérée.....	1.000

Vairons. — Virent à différentes reprises au cours de l'expérience et sont remis en mauvais état à l'eau courante.

1 Truitelle de 6 cm. — Résiste sans virer, mais meurt le lendemain dans l'eau courante.

Exp. **e)** 0,50 ‰..	$(SO^4)^3Fe^2$	0,50
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truitelle de 10 cm. — Résiste 1 heure et est en bon état le lendemain dans l'eau courante.

2 Vairons. — Virent à différentes reprises pendant leur séjour de 1 heure dans la solution, puis sont remis à l'eau courante couverts de mucus et de bulles de gaz, mais le lendemain ils sont néanmoins encore vivants.

Exp. **f)** 0,25 ‰... $\left\{ \begin{array}{ll} (SO^4)^3Fe^2 \text{ .....} & 0,25 \\ \text{Eau distillée aérée.....} & 1.000 \end{array} \right.$

Truites et **Vairons.** — Résistent 1 heure sans trouble apparent, dans la solution, et paraissent en parfait état le lendemain dans l'eau courante.

Nous admettrons donc comme *dilution limite du sulfate ferrique anhydre, avec l'eau distillée aérée,* 0,25 ‰ *pour Truites et Vairons.*

2° *Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort* (T. = 13° C.).

Exp. **g)** 10 ‰.... $\left\{ \begin{array}{ll} (SO^4)^3Fe^2 \text{ .....} & 10 \\ \text{Eau calcaire (Rochefort).} & 1.000 \end{array} \right.$

2 Vairons. — Tombent sur le flanc en 5 minutes et meurent en 30 minutes.

Exp. **h)** 1 ‰.... $\left\{ \begin{array}{ll} (SO^4)^3Fe^2 \text{ .....} & 1 \\ \text{Eau calcaire (Rochefort).} & 1.000 \end{array} \right.$

1 Truitelle de 10 cm. — Est sur le flanc en 4 minutes, mais résiste 1 heure et meurt dans l'eau courante au bout de 5 minutes.

1 Truitelle de 9 cm. — Meurt en 40 minutes dans la solution.

2 Vairons. — Tombent sur le flanc en 30 minutes et meurent en 45 minutes.

Exp. **i)** 0,50 ‰... $\left\{ \begin{array}{ll} (SO^4)^3Fe^2 \text{ .....} & 0,50 \\ \text{Eau calcaire (Rochefort).} & 1.000 \end{array} \right.$

1 Truitelle de 11 cm. — Vire au début de l'expérience, puis se redresse et se maintient en bon état apparent pendant son séjour de 1 heure dans le liquide. Remise à l'eau courante, elle semble rétablie au bout de 6 heures. Elle n'a pas été suivie plus longtemps.

2 Truites de 10 cm. — Virent au bout de 10 minutes, puis se relèvent; remises à l'eau courante au bout de 1 heure, elles paraissent tout d'abord se rétablir, mais 12 heures après elles sont mourantes.

2 Vairons. — Virent vers la fin de l'expérience et meurent peu de temps après leur mise en eau courante.

1 Vairon. — Vire de même, mais se remet dans l'eau courante.

Exp. **j)** 0,25 ‰...	$(SO^4)^3Fe^2$	0,25
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

2 Vairons et **2 Truites.** — Résistent sans virer pendant 1 heure de séjour dans la solution et continuent à vivre dans l'eau courante.

Exp. **k)** 0,20 ‰..	$(SO^4)^3Fe^2$	0,20
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

Expérience contrôle. — Mêmes résultats que dans l'expérience précédente avec 2 petites Truites et 2 Vairons.

Nous admettrons donc comme *dilution limite du sulfate ferrique anhydre, avec l'eau calcaire* (*type Rochefort*), 0,25 ‰ *pour Truites et Vairons.*

CONCLUSIONS

Action du sulfate ferrique $(SO^4)^3Fe^2$.

Pour un séjour de 1 heure		Eau distillée aérée	Eau calcaire (Rochefort)
Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	Truites et Vairons	0,25 °/₀₀	0,25 °/₀₀
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	Truites et Vairons	1 °/₀₀	1 °/₀₀

SULFATE FERREUX SO^4Fe

Les documents les plus précis que nous possédons relativement à l'action du sulfate ferreux sur les poissons sont ceux relatés par Weigelt et résultant d'expériences faites avec des dilutions à l'eau calcaire. D'après cet auteur, le sulfate ferreux en dilution à 5 ‰ fait virer la Truite en 3 minutes, à 1 ‰ en 23 minutes, à 0,5 ‰ en 24 minutes et à 0,10 ‰ les poissons supportent la solution plusieurs heures et ne meurent qu'après un séjour prolongé dans le liquide : 5 petits alevins de Truite ont même pu y séjourner 25 heures sans trouble apparent.

On verra que ces données, bien que trop fragmentaires, sont à peu près d'accord avec nos expériences avec l'eau calcaire, si l'on tient compte de ce que Weigelt donne ses poids de sel ferreux en $SO^4Fe + 7\ H^2O$. En ce qui concerne l'action des dilutions avec l'eau non calcaire, dont les auteurs ne se sont pas occupés, on verra que le sulfate ferreux se montre manifestement moins actif, sans doute à cause de l'absence de précipité colmatant, si funeste aux poissons.

Nota. — Toutes les doses de sulfate ferreux indiquées dans nos expériences sont indiquées en SO^4Fe, c'est-à-dire en sel anhydre.

1° *Expériences avec l'eau distillée aérée* (T. = 14° C.).

Exp. **a)** 4 ‰....	SO^4Fe	4
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truitelle de 8 cm. — Vire en 50 minutes, mort à l'eau courante 2 heures après.

1 Vairon. — Vire en 40 minutes, mort à l'eau courante 2 heures après.

Exp. **b)** 2 ‰..... { SO^4Fe 2
Eau distillée aérée..... 1.000

2 Truitelles de 9 cm. — Résistent 1 heure, mais mises en mauvais état à l'eau courante.

2 Vairons. — Virent et se relèvent vers la fin de l'expérience. Remis en mauvais état à l'eau courante, ils sont couverts d'un enduit muqueux le lendemain et paraissent assez gravement atteints.

Exp. **c)** 1 ‰..... { SO^4Fe 1
Eau distillée aérée..... 1.000

1 Truitelle de 10 cm. — Supporte 1 heure la solution, mais trouvée morte le lendemain.

1 Vairon. — Résiste 1 heure et semble en assez bon état le lendemain dans l'eau courante.

Exp. **d)** 0,50 ‰.. { SO^4Fe 0,50
Eau distillée aérée..... 1.000

5 Truitelles de 8-10 cm. et **2 Vairons.** — Supportent bien la solution pendant 1 heure, mais ils sont en assez mauvais état (nageoires fripées et peau colorée en jaune) dans l'eau courante les jours suivants.

Exp. **e)** 0,30 ‰.. { SO^4Fe 0,30
Eau distillée aérée..... 1.000

3 Truitelles de 10 cm. et **3 Vairons.** — Résistent 1 heure sans trouble apparent et se maintiennent en bon état dans l'eau courante les jours suivants.

Nous admettrons donc comme *dilution limite du sulfate ferreux anhydre, avec de l'eau non calcaire,* 0,30 ‰ *pour les Truites et Vairons.*

2° *Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort* (T. = 13° C.).

Dans toutes les dilutions du sulfate ferreux anhydre avec l'eau calcaire il se forme un précipité plus ou moins abondant d'hydrate d'oxyde de fer.

Exp. f) 4 ‰..... { SO^4Fe 4
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

1 Truitelle de 7 cm. — Vire en 1 minute, se relève puis retombe sur le flanc définitivement au bout de 4 minutes; meurt à la 25e minute, les branchies colmatées.

Exp. g) 2 ‰.... { SO^4Fe 2
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

1 Truitelle de 9 cm. — Vire en 2 minutes, se relève, vire à nouveau à la 6e minute, se relève encore et tombe définitivement sur le fond, le ventre en l'air, à la 30e minute. Mort en 35 minutes.

3 Vairons. — Semblent, par contre, bien supporter la solution, mais ils sont fortement colmatés et colorés en jaune; sont remis en mauvais état dans l'eau courante.

Exp. h) 1 ‰.... { SO^4Fe 1
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

2 Truitelles de 8-10 cm. — Virent en 10 et 12 minutes; mort en 35 et 40 minutes.

1 Vairon. — Tendance à virer vers la fin de l'expérience; résiste néanmoins et est remis dans l'eau courante assez fortement colmaté.

Exp. i) 0,50 ‰... { SO^4Fe 0,50
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

1 Truitelle de 7 cm. — Vire en 50 minutes; remise en mauvais état dans l'eau courante, meurt quelque temps après.

2 Truitelles de 8-10 cm. — Résistent pendant 1 heure, mais ont les branchies fortement colmatées à la fin de l'expérience. Remises en mauvais état dans l'eau courante.

2 Vairons. — Résistent bien malgré le colmatage et sont remis dans l'eau courante; le lendemain sont encore vivants.

Exp. **j)** 0,25 ‰..	SO^4Fe	0,25
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

2 Truitelles de 12 cm. — Manifestent au début de l'expérience quelque tendance à virer, mais se relèvent et résistent bien pendant l'heure. Remises à l'eau courante, elles sont en bon état le lendemain.

Exp. **k)** 0,10 ‰..	SO^4Fe	0,10
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

Expérience de contrôle. — **Truites** et **Vairons** vont bien pendant 1 heure de séjour dans le liquide et, remis à l'eau courante, sont en bon état le lendemain.

Nous admettrons donc comme *dilution limite du sulfate ferreux anhydre, avec de l'eau calcaire* (*type Rochefort*), 0,25 ‰ *pour les Truites et* 0,50 ‰ *pour les Vairons.*

CONCLUSIONS

Action du sulfate ferreux SO^4Fe.

Pour un séjour de 1 heure		Eau distillée aérée	Eau calcaire (Rochefort)
Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	Truites	0,30 °/₀₀	0,25 °/₀₀
	Vairons	0,30 °/₀₀	0,50 °/₀₀ [1]
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	Truites	4 °/₀₀	1 °/₀₀
	Vairons	4 °/₀₀	2 °/₀₀

[1] Cette dose nous est donnée par le résultat de nos expériences dans lesquelles nos poissons sont suivis seulement pendant huit à dix jours en eau courante. Je

Si nous comparons l'action des sulfates ferreux et ferrique sur les poissons, nous voyons qu'avec l'eau distillée le sulfate ferreux est un peu moins toxique que le sulfate ferrique, tandis qu'avec l'eau calcaire l'action de ces deux sels est à peu près identique en ce qui concerne les Truites. Par contre, les Vairons supportent, avec l'eau calcaire, une dose double de sulfate ferreux. Cette différence provient, croyons-nous, de ce que la dilution du sulfate ferreux en eau calcaire s'accompagne d'un abondant précipité d'hydrate d'oxyde de fer, qui colmate fortement les branchies des poissons et amène plus rapidement l'asphyxie de la Truite, poisson vif à respiration active, que celle du Vairon, poisson indolent à respiration moins active. De nombreuses expériences comparatives nous ont montré cette résistance au colmatage beaucoup plus grande chez les Cyprinides que chez les Salmonides.

SULFATE DE ZINC SO^4Zn

Les nombreux auteurs qui se sont occupés de l'action du sulfate de zinc sur les poissons sont loin d'être d'accord sur le degré de toxicité de ce sel. Pour les uns, avec Borgmann, J. König, L. Hampel et von Raumer, les poissons sont très sensibles à l'action de cette substance qui serait nettement toxique à partir de 0,10 à 0,15 centigrammes par litre. Pour les autres, avec Weigelt et nous-mêmes, il faut atteindre et même dépasser une proportion de 0,50 ‰ pour obtenir une action funeste sur le poisson, après un contact de plusieurs heures.

Ces différences considérables qui sont dues à diverses causes : composition du produit employé (Weigelt donne sa teneur en

---

la crois toutefois un peu trop élevée, car plusieurs sujets que j'ai pu suivre pendant plus d'un mois après l'expérience sont encore au bout de ce temps manifestement en mauvais état (teint jaune et nageoires fripées). Il faudrait vraisemblablement la ramener à 0,3 ou 0,4.

$ZnSO^4 + 7Aq$), composition de l'eau de dilution, température, résistivité des sujets employés, nous montrent une fois de plus la nécessité d'introduire dans ces sortes d'expériences le plus de constantes possibles, si l'on veut obtenir des résultats comparables.

Nous relaterons ici les résultats que nous avons obtenus dans nos expériences pour la recherche de la dilution limite du sulfate de zinc, d'abord avec l'eau distillée aérée, puis avec l'eau de Rochefort (eau calcaire). Dans nos expériences, les doses de sulfate de zinc indiquées sont exprimées en SO^4Zn, c'est-à-dire en sulfate de zinc anhydre.

1° *Expériences avec l'eau distillée aérée* (T. = 15 à 16° C.).

Exp. **a)** 5 ‰....	SO^4Zn	5
	Eau distillée aérée.....	1.000

2 Vairons. — Manifestent de suite une vive agitation, avec accélération des mouvements operculaires. Au bout de 20 minutes, ils font des bonds hors de l'eau, puis retombent immobiles, avec tendance à se coucher sur le flanc. Nouvelle période d'agitation suivie de prostration, mais sans se coucher définitivement sur le flanc, pendant la durée de l'expérience. Remis au bout de 1 heure dans l'eau courante, ils meurent peu de temps après.

Exp. **b)** 2,50 ‰..	SO^4Zn	2,50
	Eau distillée aérée.....	1.000

3 Vairons. — Mêmes symptômes que dans l'expérience précédente; remis à l'eau courante, ils meurent peu de temps après.

Exp. c) 2 ‰..... { SO^4Zn 2
Eau distillée aérée..... 1.000

3 Vairons. — Les Vairons résistent bien pendant leur séjour de 1 heure dans la solution, malgré de fréquents virages et une période de vive agitation avec bonds hors de l'eau. Remis à l'eau courante, ils vont bien le lendemain.

Exp. d) 1 ‰..... { SO^4Zn 1
Eau distillée aérée..... 1.000

2 Vairons et **2 Truitelles.** — Résistent pendant 1 heure après une période de vive agitation avec bonds hors de l'eau.

Au bout de 1 heure, 6 Vairons remis dans l'eau courante sont en bon état et continuent de vivre. Les Truites, par contre, meurent peu après.

Cette sensibilité des Truites vis-à-vis du sulfate de zinc avait déjà été notée par H. Borgmann et par Weigelt.

Exp. e) 0,50 ‰.. { SO^4Zn 0,50
Eau distillée aérée..... 1.000

Vairons. — Résistent 1 heure et continuent à vivre dans l'eau courante.

2 Truites de 18-21 cm. — Résistent pendant 1 heure dans la solution en manifestant toutefois de vifs malaises, mais sans virer. Remises dans l'eau courante, elles meurent le surlendemain.

Exp. f) 0,25 ‰... { SO^4Zn 0,25
Eau distillée aérée..... 1.000

2 Truites de 14 cm. — Manifestent tout d'abord une assez vive agitation, puis se calment et supportent bien la solution pendant 1 heure sans symptômes alarmants. Remises à l'eau courante au bout de ce temps, elles continuent à vivre.

Exp. **g)** 0,10 ‰.. { SO^4Zn 0,10
Eau distillée aérée..... 1.000

Exp. **h)** 0,05 ‰.. { SO^4Zn 0,05
Eau distillée aérée..... 1.000

Expériences contrôles. — Mêmes résultats avec Truites et Vairons et après 2 heures de séjour dans le liquide.

Nous conclurons donc que la *dilution limite du sulfate de zinc anhydre, avec l'eau distillée, est de* 0,50 ‰ *pour les Vairons et de* 0,25 ‰ *pour les Truites.*

2° *Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort* (T. = 13° C.).

Exp. **i)** 4 ‰..... { SO^4Zn 4
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

3 Vairons. — Fort éprouvés et effectuent une série de chutes sur le flanc, entrecoupées de vive agitation. Ils supportent néanmoins 1 heure de séjour, mais sont remis en mauvais état à l'eau courante.

Exp. **j)** 2 ‰..... { SO^4Zn 2
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

2 Vairons. — Ne virent pas, mais restent immobiles au fond du vase. Remis à l'eau courante, ils continuent à vivre. Le liquide s'est fortement troublé dès le début de l'expérience.

Exp. **k)** 1 ‰..... { SO^4Zn 1
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

2 Vairons. — Se montrent très agités et font des bonds hors de l'eau vers la 50e minute de séjour dans la solution. Ils virent

5 minutes après; remis à l'eau courante au bout de 1 heure, ils se rétablissent néanmoins.

Exp. **l)** 0,50 ‰.. { SO^4Zn 0,50
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

Truitelle de 10 cm. — Se couche sur le flanc au bout de 50 minutes et meurt au bout de 1 heure.

2 Vairons. — Très agités pendant les 30 premières minutes, puis se remettent peu à peu. Placés dans l'eau courante au bout de 1 heure, ils sont en parfait état le lendemain et les jours suivants.

Exp. **m)** 0,30 ‰. { SO^4Zn 0,30
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

Truitelles et **Vairons.** — Résistent 1 heure dans la solution et continuent à vivre dans l'eau courante.

Nous conclurons donc que la *dilution limite du sulfate de zinc, avec l'eau calcaire* (*type Rochefort*), *est de* 0,30 ‰ *pour les Truites et de* 1 ‰ *pour les Vairons.*

Ces résultats peuvent être considérés comme d'accord avec ceux de Weigelt, qui a pu garder un Vairon près de 6 heures dans une solution à 0,5 ‰ sans qu'il se couche sur le flanc, il est vrai que le sujet mourut le lendemain, mais il n'est pas douteux que la longue durée de ces séjours dans le liquide avait dû l'intoxiquer de façon irrémédiable. D'autre part, un Cyprin a résisté à un bain de 18 heures dans une solution de 0,25 ‰, ce qui montre bien qu'à cette dose il n'y a plus grande action toxique. Notre dilution limite à 0,30 pour les Salmonides, intermédiaire entre les deux dilutions expérimentales de Weigelt, se trouve ainsi en accord avec les résultats de cet auteur.

CONCLUSIONS

Action du sulfate de zinc en SO^4Zn.

Pour un séjour de 1 heure		Eau distillée aérée	Eau calcaire (Rochefort)
Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	Truites	0,25 °/₀₀	0,30 °/₀₀
	Vairons	0,50 °/₀₀	1 °/₀₀
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	Truites	0,50 °/₀₀	0,50 °/₀₀
	Vairons	2 °/₀₀	4 °/₀₀

SULFATE D'ALUMINE $(SO^4)^3Al^2$

En raison des données apportées par Weigelt et d'après lesquelles une eau renfermant de 0 gr. 007 à 0 gr. 0038 d'aluminium serait déjà nocive, nous avons pensé qu'il serait intéressant de rechercher l'action du sulfate d'alumine que nous avons rencontré, bien qu'en petite quantité (0 gr. 012 par litre), dans certaines eaux de décapage du cuivre et du laiton.

1° *Expériences avec l'eau distillée aérée* (T. = 17° C.).

Exp. a) 2 ‰....	$(SO^4)^3Al^2$	2
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truitelle de 12 cm. — Résiste 1 heure dans la solution avec une vive agitation. Remise à l'eau courante, elle meurt 10 heures plus tard.

2 Vairons. — Sauts brusques au bout de 35 minutes. Puis les poissons restent bouche béante pendant 1 minute et tombent ensuite sur le flanc. La mort survient en 45 et 50 minutes.

Exp. **b)** 1 ‰..... $\left\{ \begin{array}{ll} (SO^4)^3Al^2 \text{ .....} & 1 \\ \text{Eau distillée aérée.....} & 1.000 \end{array} \right.$

1 Truitelle de 11 cm. — Résiste 1 heure dans la solution. Remise à l'eau courante en mauvais état, elle semble néanmoins se rétablir.

2 Vairons. — Résistent 1 heure après une agitation assez vive vers la fin de l'expérience. Remis à l'eau courante, l'un des Vairons meurt au bout de 6 heures, l'autre se rétablit.

5 Crevettes d'eau douce. — Sont mortes dans la solution au bout de 1 heure.

Exp. **c)** 0,70 ‰.. $\left\{ \begin{array}{ll} (SO^4)^3Al^2 \text{ .....} & 0,70 \\ \text{Eau distillée aérée.....} & 1.000 \end{array} \right.$

2 Vairons. — Résistent 1 heure avec tendance à virer vers la fin de l'expérience. Remis dans l'eau courante, ils continuent à vivre.

1 Truitelle de 8-9 cm. — Résiste 1 heure sans troubles apparents et remise dans l'eau courante à la fin de l'expérience, continue à vivre.

D'après nos expériences, nous voyons que *la dilution limite du sulfate d'alumine avec l'eau distillée est de* 0,70 ‰.

2° *Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort* (T. = 15° C.).

Exp. **d)** 10 ‰... $\left\{ \begin{array}{ll} (SO^4)^3Al^2 \text{ .....} & 10 \\ \text{Eau calcaire (Rochefort).} & 1.000 \end{array} \right.$

2 Vairons. — Vive agitation au début, puis chute sur le flanc au bout de 12 à 18 minutes. Mort en 17 et 24 minutes.

Exp. **e)** 5 ‰..... $\left\{ \begin{array}{ll} (SO^4)^3Al^2 \text{ .....} & 5 \\ \text{Eau calcaire (Rochefort).} & 1.000 \end{array} \right.$

1 Truitelle de 11 cm. — Vire en 2 minutes, puis se relève et

vient respirer à la surface. Vire de nouveau et reste contracturée en S pendant la durée (1 heure) de l'expérience. Meurt le lendemain dans l'eau courante.

1 Vairon. — Mêmes symptômes que dans l'expérience précédente, mais vire seulement en 30 minutes et meurt en 50 minutes.

Exp. **f)** 3 ‰.....	$(SO^4)^3Al^2$	3
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

1 Vairon. — Vire vers la fin de l'expérience (50 minutes), puis se relève, mais meurt dans l'eau courante 3 heures plus tard.

Exp. **g)** 2 ‰.....	$(SO^4)^3Al^2$	2
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

1 Truitelle de 10 cm. — Vire à la 2e minute, puis se relève. Résiste 1 heure et, remise en assez mauvais état dans l'eau courante, semble se rétablir (est encore vivante le lendemain soir).

2 Vairons. — Vive agitation au début, puis les poissons restent immobiles, avec tendance manifeste à tomber sur le flanc vers la fin de l'expérience. Ils résistent néanmoins pendant 1 heure, mais sont remis à l'eau courante en mauvais état. Un seul est retrouvé vivant le lendemain.

Exp. **h)** 1 ‰.....	$(SO^4)^3Al^2$	1
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

2 Vairons. — Résistent pendant 1 heure dans la solution. Ils montrent néanmoins des troubles d'équilibration vers la fin de l'expérience. Placés alors dans l'eau courante, ils résistent parfaitement.

1 Truitelle de 9 cm. — Se couche sur le flanc rapidement (dès la 3e minute), mais elle se relève et semble peu à peu s'adapter au milieu. Au bout de 1 heure, elle est remise à l'eau courante et se rétablit définitivement.

Exp. i) 0,50 ‰... { $(SO^4)^3Al^2$ 0,50
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

2 Vairons. — Se comportent comme dans l'expérience précédente.

1 Truitelle. — Montre également des troubles d'équilibration vers le milieu de l'expérience. Mais au bout de 1 heure tous les poissons paraissent rétablis et, remis à l'eau courante, continuent à vivre.

Nota. — Dans toutes ces expériences avec l'eau calcaire de Rochefort, il se produit un trouble blanchâtre dans la solution, dû à la précipitation de l'alumine, en même temps que les carbonates sont décomposés et que de l'acide carbonique est mis en liberté.

C'est sans doute au dégagement de ce gaz que sont dus les malaises assez rapidement éprouvés par le poisson, même à des doses relativement faibles (1 et 0,5 ‰), qui ne produisent pas de troubles d'équilibration avec l'eau distillée. En effet, avec 1 gramme ‰ de sulfate d'alumine dans l'eau calcaire de Rochefort, tout le carbonate est décomposé et il y a près de 9 centigrammes de CO^2 mis en liberté, quantité qui, d'après Weigelt, est déjà susceptible d'influencer le poisson. Il reste alors environ 0 gr. 80 de sulfate d'alumine, dose qui, d'après nos expériences avec l'eau distillée, n'exerce plus aucune action grave sur le poisson, au moins pendant 1 heure.

Avec des doses de sulfate d'alumine inférieures à celle qui est nécessaire pour décomposer tous les carbonates, par exemple avec 0,10 ‰, on n'observe plus aucun malaise chez les poissons (Truites ou Vairons) pendant toute la durée de l'expérience (1 heure), ainsi que nous avons pu nous en assurer.

Mais, à notre avis, il n'est pas nécessaire d'abaisser à ce point la dilution limite du sulfate d'alumine dans les eaux calcaires, puisque, malgré quelques malaises plus ou moins précoces, les poissons se rétablissaient toujours définitivement dans l'eau courante à partir de 1 ‰ et même de 2 ‰. Nous ne prendrons pas

cependant le titre de 2 ‰ comme dilution limite, car, en certains cas, les malaises éprouvés par le poisson nous ont paru assez inquiétants pour qu'il y ait à redouter cette proportion pour des espèces plus sensibles ou des sujets plus jeunes. En toute prudence, nous accepterons donc comme *dilution limite du sulfate d'alumine, dans l'eau calcaire (type Rochefort), le titre de 1 ‰.*

CONCLUSIONS

Action du sulfate d'alumine $(SO^4)^3Al^2$

Pour un séjour de 1 heure		Eau distillée aérée	Eau calcaire (Rochefort)
Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	Truites et Vairons	0,70 °/₀₀	1 °/₀₀
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	Truites et Vairons	2 °/₀₀	3 °/₀₀

SULFATE DE CHAUX SO^4Ca

L'action du sulfate de chaux était fort importante à connaître puisque, dans les dilutions d'acide sulfurique avec l'eau calcaire, il s'en produit toujours une notable quantité avec dégagement d'anhydride carbonique.

Or, nos recherches nous ont montré que ce sel, même à la dose de 2 ‰, c'est-à-dire à l'état de saturation dans l'eau distillée, était sans action nocive sur les poissons : Cyprinides et Salmonides.

Expérience unique. T. = 16° C.	SO^4Ca	2
	Eau distillée aérée ou eau calcaire (Rochefort)	1.000

4 Truitelles de 8-12 cm. et **Vairons.** — Sont placés dans 5 litres de solution faite dans cette proportion. Aucun trouble apparent

pendant 1 heure; au bout de ce temps, les poissons sont remis à l'eau courante et continuent à vivre.

Ainsi donc, dans l'étude de l'action de l'acide sulfurique sur les eaux calcaires, l'action nocive que l'on constate dans des dilutions qui ne comportent pas encore d'acide sulfurique libre, est imputable exclusivement à l'anhydride carbonique.

CHLORURE FERRIQUE Fe^2Cl^6

De même que pour le chlorure ferreux, nous n'avons pas trouvé de renseignements précis sur l'action du chlorure ferrique en dilution avec de l'eau non calcaire. Les expériences suivantes vont apporter quelques données sur ce sujet.

1° *Expériences avec l'eau distillée aérée* (T. = 15° C.).

Exp. **a)** 10 ‰....	Fe^2Cl^6	10
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truitelle de 12 cm. — Tombe sur le flanc, puis vire, le ventre en l'air, à la 6e minute. Mort en 14 minutes.

Exp. **b)** 4 ‰....	Fe^2Cl^6	4
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truite de 15 cm. — Vire en 28 minutes, puis effectue des sauts désordonnés et retombe au fond présentant un ralentissement considérable des mouvements operculaires. Mort à la 36e minute dans la solution.

Exp. **c)** 2 ‰.....	Fe^2Cl^6	2
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truitelle de 11 cm. — Vire en 40 minutes avec paralysie des opercules, bonds agoniques vers la 50e minute et mort dans la solution en 55 minutes.

Exp. **d)** 1 ‰..... $\left\{ \begin{array}{l} Fe^2Cl^6 \text{ .....} \quad 1 \\ \text{Eau distillée aérée.....} \quad 1.000 \end{array} \right.$

1 Truitelle de 12 cm. — Supporte la solution pendant 1 heure sans virer, mais, remise ensuite à l'eau courante, elle est trouvée morte 1 heure après.

Exp. **e)** 0,50 ‰.. $\left\{ \begin{array}{l} Fe^2Cl^6 \text{ .....} \quad 0,50 \\ \text{Eau distillée aérée.....} \quad 1.000 \end{array} \right.$

1 Truitelle de 12 cm. — Reste en bon état apparent dans la solution pendant 1 heure, mais meurt dans l'eau courante 2 heures plus tard.

1 Truitelle de 11 cm. — Se comporte de même dans la solution et, remise dans l'eau courante, elle semble en bon état même le lendemain soir.

2 Vairons. — Résistent, indolents dans la solution, avec tendance à virer vers la fin de l'expérience. Remis à l'eau courante, ils sont trouvés morts le lendemain.

Exp. **f)** 0,25 ‰.. $\left\{ \begin{array}{l} Fe^2Cl^6 \text{ .....} \quad 0,25 \\ \text{Eau distillée aérée.....} \quad 1.000 \end{array} \right.$

2 Truitelles de 11-13 cm. — Supportent bien la solution pendant 1 heure sans trouble apparent. Remises à l'eau courante, elles continuent à bien se porter les jours suivants.

2 Vairons. — Résistent de même.

Nous admettrons donc que *la dilution limite du chlorure ferrique, avec l'eau non calcaire, est de* 0,25 ‰ *pour Truites et Vairons.*

2° *Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort* (T. = 13° C.).

Weigelt, dans une intéressante expérience sur l'action du chlorure ferrique, a constaté que des Truitelles mises dans une

solution à 1 ‰ (eau calcaire) tombaient sur le flanc au bout de 2 à 3 minutes, mais pouvaient néanmoins supporter un séjour de 55 minutes dans le liquide, après quoi elles se rétablissaient dans l'eau pure. Nos essais, avec notre eau calcaire (Rochefort), nous ont donné des résultats très comparables, mais ils montrent en outre une grande variabilité d'action à ces doses de 1 ou 2 ‰; certains sujets semblent résister à 2 ‰, bien qu'en fort mauvais état à la fin de l'expérience, d'autres, avec seulement 1 ‰, meurent dans l'eau courante quelques heures ou quelques jours après. Ces résultats nous enseignent qu'il faut rechercher la dilution limite du chlorure ferrique bien au-dessous de ces doses dangereuses.

Exp. **g)** 2 ‰.....	Fe^2Cl^6	2
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

1 Truitelle de 12 cm. — Vire en 1 minute et reste sur le flanc jusqu'à la fin de l'expérience, le corps arqué. Au bout de 1 heure de contact avec la solution, elle est remise à l'eau courante. Le lendemain, elle est vivante, relevée, mais néanmoins en assez mauvais état.

Exp. **h)** 1 ‰....	Fe^2Cl^6	1
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

1 Truitelle de 10 cm. — Vire en 2 minutes, puis se relève vers la fin de l'expérience. Remise à l'eau courante au bout de 1 heure, elle est trouvée morte le lendemain.

1 Truitelle de 12 cm. — Vire au bout de 2 minutes, puis se relève et retombe sur le flanc 2 minutes plus tard. Après des alternatives de vive agitation et de dépression, elle meurt dans la solution au bout de 48 minutes.

2 Vairons. — Tombent sur le flanc au bout de 16 minutes, se relèvent, puis retombent pour mourir au bout de 40 à 50 minutes.

Exp. i) 0,50 ‰.. { Fe^2Cl^6 0,50
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

1 Truitelle de 11 cm. — Vire en 9 minutes, reste sur le flanc et se relève vers la 40e minute. Après quelques soubresauts, elle meurt au bout de 1 heure.

1 Truite de 13 cm. — Vire à la 3e minute, puis se relève et résiste dans la solution pendant 1 heure. Remise à l'eau courante, elle meurt peu de temps après.

2 Vairons. — Virent entre la 25e et la 30e minute et meurent vers la fin de l'expérience.

2 autres Vairons. — Virent vers la 15e minute, résistent 1 heure, mais meurent dans l'eau courante 6 heures plus tard.

Exp. j) 0,25 ‰... { Fe^2Cl^6 0,25
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

1 Truitelle de 8 cm. — Montre des tendances à virer au bout de 10 minutes, mais se relève bientôt et semble s'habituer au milieu sans troubles apparents pendant 1 heure. Au bout de ce temps, elle est remise à l'eau courante et continue à bien se porter.

2 Vairons. — Ne virent pas durant toute la durée (1 heure) de l'expérience et continuent à bien se porter dans l'eau courante.

Nous admettrons donc comme *dilution limite du chlorure ferrique, avec l'eau calcaire* (*Rochefort*), 0,25 ‰ *pour Truites et Vairons.*

Nota. — Dans les expériences ci-dessus, il ne se forme pas de précipité d'hydrate d'oxyde de fer, car cet oxyde de fer se dissout à mesure dans l'excès de chlorure. Il en résulte que la solution, au contraire, se colore peu à peu au cours de l'expérience.

Avec une dose plus faible de chlorure ferrique (0,10 ‰), par exemple, il se produit un précipité d'hydrate d'oxyde de fer qui

reste en suspension dans le liquide, car il n'y a plus suffisamment de chlorure dans le liquide pour le redissoudre.

Ceci peut avoir quelque inconvénient lorsqu'il s'agit d'eau à faible courant où le précipité peut, dans une certaine mesure, colmater les branchies. Cependant, dans une expérience que nous avons faite dans ces conditions, Truites et Vairons ont très bien supporté un bain de 1 heure dans le liquide trouble résultant du mélange de 0,10 de chlorure ferrique avec 1.000 d'eau calcaire et, remis dans l'eau vive, ils étaient en bon état le lendemain et le surlendemain.

CONCLUSIONS

Action du chlorure ferrique Fe^2Cl^6.

Pour un séjour de 1 heure		Eau distillée aérée	Eau calcaire (Rochefort)
—		—	—
Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	Truites et Vairons	0,25 °/₀₀	0,25 °/₀₀
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	Truites et Vairons	0,50 °/₀₀	0,50 °/₀₀

CHLORURE FERREUX $FeCl^2$

Bien que le chlorure ferreux se transforme rapidement en chlorure ferrique en arrivant dans l'eau et que, par conséquent, son action semble devoir être, à priori, à peu près identique à celle de ce dernier corps, nous avons tenu néanmoins à l'étudier car, dans les eaux de décapage du fer, on rencontre encore ce métal en grande partie à l'état de chlorure ferreux. C'est donc sous cette forme qu'il arrive dans le cours d'eau. Les quelques expériences que nous avons faites sur l'action de ce corps très instable et que nous préparions au moment du besoin, vont

nous montrer qu'il est nettement moins toxique que le chlorure ferrique, au moins avec l'eau distillée. Avec l'eau calcaire, il en est de même, en principe, mais l'abondant précipité d'hydrate d'oxyde de fer, qui se produit même à de faibles doses, est fort nuisible aux Truites dont il colmate les branchies, sans doute à cause de leur sécrétion muqueuse et de leurs mouvements actifs. Les Vairons, par contre, résistent plus facilement au colmatage.

1° *Expériences avec l'eau distillée aérée* (T. = 14° C.).

Exp. **a)** 10 ‰...	$FeCl^2$	10
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truitelle de 8 cm. — Pendant la première 1/2 heure de contact avec la solution, la Truite montre une vive agitation, avec bonds hors de l'eau. Elle vire au bout de 32 minutes, se relève, puis vire à nouveau à différentes reprises pour virer définitivement au bout de l'heure. Mise à l'eau courante, elle meurt peu de temps après.

Exp. **b)** 4 ‰....	$FeCl^2$	4
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truitelle de 9 cm. — Manifeste d'abord une assez vive agitation, puis supporte assez bien le mélange pendant 1 heure. Remise à l'eau courante au bout de ce temps, elle paraît rétablie le lendemain, mais semble en assez mauvais état.

Exp. **c)** 2 ‰....	$FeCl^2$	2
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truitelle de 8 cm. — Mêmes résultats que dans l'expérience précédente.

Exp. **d)** 1 ‰.... { $FeCl^2$ 1
Eau distillée aérée..... 1.000

1 Truitelle de 8 cm. — Mêmes résultats que dans l'expérience **b.**

Exp. **e)** 0,50 ‰.. { $FeCl^2$ 0,50
Eau distillée aérée..... 1.000

2 Truitelles de 8-10 cm. et **2 Vairons.** — Paraissent fort incommodés pendant les 30 premières minutes, mais résistent 1 heure. Remis à l'eau courante, ils se rétablissent parfaitement.

Exp. **f)** 0,30 ‰.. { $FeCl^2$ 0,30
Eau distillée aérée..... 1.000

Expérience de contrôle :

2 Vairons. — Se montrent fort agités au début et piquent du nez au bout de 35 minutes. Ils se remettent néanmoins et, au bout de 1 heure, sont remis en bon état dans l'eau courante.

Nous conclurons donc, d'après nos expériences, que *la dilution limite du chlorure ferreux, avec l'eau distillée, est de* 0,50 ‰ *pour Truites et Vairons.*

2° *Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort* (T. = 13° C.).

Exp. **g)** 2 ‰.... { $FeCl^2$ 2
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

(Précipité abondant d'hydrate d'oxyde de fer.)

1 Truite de 15 cm. — Vire en 10 minutes et vient respirer activement à la surface; à la 12e minute, vire à nouveau, le ventre en l'air, et, après de nombreux soubresauts, meurt à la 25e minute.

1 Truitelle de 10 cm. — Vire en 12 minutes, se relève et vire

à nouveau; meurt colmatée au bout de 35 minutes de séjour dans la solution.

Exp. **h)** 1 ‰....	$FeCl^2$	1
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

2 Vairons. — Ont les branchies très rapidement colmatées; les sujets viennent respirer à la surface et semblent fortement éprouvés; ils résistent néanmoins 1 heure, avec tendance à virer. Remis à l'eau courante, ils se débarrassent lentement du colmatage et sont encore vivants, quoiqu'en assez mauvais état, le lendemain et les jours suivants.

Exp. **i)** 0,75 ‰..	$FeCl^2$	0,75
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

2 Vairons. — Sont sur le flanc au bout de 30 minutes, mais se relèvent vers la fin de l'expérience et paraissent remis le lendemain.

Truitelle de 10 cm. — Meurt en 45 minutes.

Exp. **j)** 0,50 ‰..	$FeCl^2$	0,50
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

4 Vairons. — Quoique colmatés, supportent 1 heure la solution et vont bien le lendemain dans l'eau courante.

Truitelle de 9 cm. — Tombe sur le flanc au bout de 40 minutes; remise à l'eau courante après un séjour de 1 heure, elle est trouvée morte le lendemain.

Exp. **k)** 0,40 ‰..	$FeCl^2$	0,40
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

Truitelle de 8 cm. — Ne vire pas pendant un séjour de 1 heure dans la solution, mais ses branchies sont très encombrées par

le précipité d'hydrate d'oxyde de fer. Elle est remise en assez mauvais état dans l'eau courante, mais se rétablit le lendemain.

Exp. 1) 0,30 ‰..	$FeCl^2$	0,30
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

2 Vairons et **1 Truitelle** de 11 cm. — Supportent bien la solution pendant 1 heure. La Truite est légèrement colmatée par l'hydroxyde de fer, mais elle se décape dans l'eau courante et est en parfait état les jours suivants.

Dans toutes ces expériences relatives aux dilutions du chlorure ferreux dans l'eau calcaire, il se forme un abondant précipité d'hydrate d'oxyde de fer qui semble peu gêner les Vairons, mais paraît bien plus nuisible à la Truite dont il colmate les branchies. Ainsi, même avec 0,4 ‰, dose qui n'influence que peu ou point les Vairons, la Truite ne vire pas non plus, mais elle est recouverte d'un mucus ochracé à la fin de l'expérience et ses branchies fonctionnent mal. En toute prudence, il nous paraît sage d'admettre comme dilution limite pour la Truite 0,30 ‰, dose qui ne donne plus qu'un colmatage inoffensif, et pour le Vairon la dose de 0,50 ‰, qui s'est toujours montrée inoffensive pour ceux-ci, dans quatre expériences faites indépendamment.

Donc, *la dilution limite du chlorure ferreux, en eau calcaire (Rochefort), est de* 0,30 ‰ *pour les Truites et de* 0,50 ‰ *pour les Vairons.*

CONCLUSIONS

Action du chlorure ferreux $FeCl^2$

Pour un séjour de 1 heure		Eau distillée aérée	Eau calcaire (Rochefort)
Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	Truites	0,50 °/₀₀	0,30 °/₀₀
	Vairons		0,50 °/₀₀
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	Truites	1 °/₀₀	0,50 °/₀₀
	Vairons		1 °/₀₀

CHLORURE DE CALCIUM $CaCl^2$

Nous possédons déjà pas mal de données sur l'action du chlorure de calcium, dues à Weigelt. Nos expériences viennent les compléter en indiquant, pour un séjour de 1 heure, les doses mortelles ou dangereuses et les doses inoffensives. Les expériences relatées ici sont toutes faites avec de l'eau de Rochefort, à la température moyenne de 14° C. Avec l'eau distillée, les résultats sont sensiblement les mêmes.

Exp. **a)** 50 ‰...	$CaCl^2$	50
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

Vairon. — Tombe sur le flanc au bout de 3 minutes, mort en 16 minutes.

Exp. **b)** 30 ‰...	$CaCl^2$	30
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

Vairon. — Tombe sur le flanc au bout de 16 minutes, mort en 24 minutes.

Exp. **c)** 15 ‰....	$CaCl^2$	15
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

Vairon. — Vire, puis se relève après 50 minutes de séjour dans la solution, remis à l'eau courante au bout de 1 heure, il continue à vivre.

Exp. **d)** 10 ‰...	$CaCl^2$	10
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

Truite et **Vairon.** — Supportent bien la solution pendant 1 heure et, remis à l'eau courante, ils continuent à vivre.

De ces diverses expériences nous conclurons donc que *la dilution limite du chlorure de calcium, avec les divers types d'eau (calcaire et granitique), est de 10 ‰ pour les Truites et Vairons.*

CONCLUSIONS

Action du chlorure de calcium $CaCl^2$

Pour un séjour de 1 heure		Eau distillée ou eau calcaire
Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	Truites et Vairons	10 °/₀₀
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	Truites et Vairons	30 °/₀₀

CHLORURE DE ZINC $ZnCl^2$

Dans son substantiel ouvrage que nous avons si souvent cité, Weigelt ne parle pas de l'action du chlorure de zinc sur les poissons. Comme ce produit se rencontre en quantité souvent assez considérable (plus de 1 gramme par litre) dans certaines eaux de décapage d'usines de galvanisation que nous avons étudiées, nous avons pensé qu'il était utile de connaître son action, et nous avons recherché, comme pour les autres produits résiduaires chimiques dérivant de ces industries, la dilution limite supportée sans inconvénient par le poisson pour une durée de 1 heure, ainsi que la dose minima sûrement dangereuse.

Pour nos expériences, nous n'avons pas voulu nous servir d'un chlorure de zinc commercial qui généralement contient un excès d'acide chlorhydrique et d'eau. Nous l'avons préparé nous-même, en saturant de l'acide chlorhydrique titré par du zinc pur. De cette façon, on obtient une liqueur exactement titrée en chlorure de zinc.

1° *Expériences avec l'eau distillée aérée* (T. = 15° C.).

Exp. **a)** 1 ‰....	$ZnCl^2$	1
	Eau distillée aérée.....	1.000

2 Vairons. — Tombent sur le flanc au bout de 5 minutes, puis se relèvent et se couchent définitivement sur le flanc pour mourir au bout de 55 minutes.

Exp. **b)** 0,20 ‰..	$ZnCl^2$	0,20
	Eau distillée aérée.....	1.000

1 Truitelle de 12 cm. — Supporte la solution pendant 1 heure, mais, remise à l'eau courante, meurt 4 heures après.

1 Vairon. — Est sur le flanc au bout de 40 minutes et meurt en 1 heure.

Exp. **c)** 0,10 ‰..	$ZnCl^2$	0,10
	Eau distillée aérée.....	1.000

Truitelles et **Vairons.** — Vont bien après 1 heure de séjour dans la solution et, remis dans l'eau courante, sont trouvés en très bon état le lendemain.

Nous conclurons donc que *la dilution limite du chlorure de zinc, avec l'eau distillée, est de* 0,1 ‰ *pour Truites et Vairons.*

2° *Expériences avec l'eau calcaire de Rochefort* (T. = 13° C.).

Exp. **d)** 1 ‰....	$ZnCl^2$	1
	Eau calcaire (Rochefort).	1.000

1 Truitelle de 8 cm. — Tombe sur le flanc au bout de 4 minutes, puis se relève et vire à nouveau. Pendant le séjour de 1 heure dans le bain, elle présente des alternatives de mieux et de pire, mais semble cependant avoir retrouvé son équilibre à

la fin de l'expérience. Remise à l'eau courante, au bout de 1 heure, elle est trouvée morte le surlendemain.

2 Vairons. — Montrent au bout de 5 minutes des troubles manifestes d'équilibration, avec périodes alternatives d'agitation et de dépression. Ils se remettent peu à peu au cours de l'expérience et, remis à l'eau courante au bout de 1 heure, continuent à vivre. Le lendemain, ils sont encore vivants, mais paraissent en mauvais état.

Exp. **e)** 0,50 ‰.. { $ZnCl^2$ 0,50
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

1 Truitelle de 9 cm. — Supporte la solution sans autre trouble apparent qu'une vive agitation pendant 1 heure. Remise à l'eau courante, elle meurt le surlendemain.

2 Vairons. — Supportent la solution pendant 1 heure et, remis à l'eau courante, vont bien les jours suivants (expérience répétée 2 fois).

Exp. **f)** 0,25 ‰... { $ZnCl^2$ 0,25
Eau calcaire (Rochefort). 1.000

1 Truitelle de 10 cm. — Supporte bien la solution pendant 1 heure et, remise à l'eau courante, se maintient en bon état.

Nous conclurons donc que *la dilution limite du chlorure de zinc, avec une eau calcaire (type Rochefort), est de 0,5 ‰ pour les Vairons et de 0,25 ‰ pour les Truites.*

CONCLUSIONS

Action du chlorure de zinc $ZnCl^2$

Pour un séjour de 1 heure		Eau distillée aérée	Eau calcaire (Rochefort)
Dose maxima inoffensive (Dilution limite)	Truites	0,10 ‰	0,25 ‰
	Vairons	0,10 ‰	0,50 ‰
Dose minima mortelle ou sûrement dangereuse	Truites	0,20 ‰	0,50 ‰
	Vairons	0,20 ‰	1 ‰

TABLE DES MATIÈRES

I

Pages

But du travail et méthode de recherches 1
Composition du type d'eau calcaire utilisée pour les expériences..... 6
Technique générale..... 8

II

Eaux de décapage des métaux 16
Eau résiduaire des usines de décapage du cuivre et du laiton..... 17
Action nocive de l'eau de décapage du cuivre et du laiton. — Conclusions. 19
Eau résiduaire des usines de décapage de l'acier..... 25
Eau résiduaire des usines de décapage du fer et action nocive..... 29
Principes des procédés à employer pour la neutralisation des eaux résiduaires de décapage des métaux..... 31

III

Action des substances chimiques entrant dans la composition des eaux résiduaires de décapage 32
Acide sulfurique (expériences) 33
Conclusions sur l'action de l'acide sulfurique..... 41
Acide chlorhydrique (expériences)..... 42
Conclusions sur l'action de l'acide chlorhydrique..... 46
Sulfate de cuivre (expériences)..... 46
Conclusions sur l'action du sulfate de cuivre..... 51
Sulfate ferrique (expériences) 52
Conclusions sur l'action du sulfate ferrique..... 55
Sulfate ferreux (expériences)..... 56
Conclusions sur l'action du sulfate ferreux..... 59
Sulfate de zinc (expériences)..... 60
Conclusions sur l'action du sulfate de zinc..... 65
Sulfate d'alumine (expériences)..... 65
Conclusions sur l'action du sulfate d'alumine..... 69
Sulfate de chaux et conclusions sur l'action du sulfate de chaux 69
Chlorure ferrique (expériences)..... 70
Conclusions sur l'action du chlorure ferrique..... 74
Chlorure ferreux (expériences)..... 74
Conclusions sur l'action du chlorure ferreux..... 78
Chlorure de calcium (expériences)..... 79
Conclusions sur l'action du chlorure de calcium 80
Chlorure de zinc (expériences)..... 80
Conclusions sur l'action du chlorure de zinc..... 82

Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble*.

Tome XXIV, n° 1, 1912.

SOMMAIRE DU FASCICULE

Louis Léger. — Études sur l'action nocive des produits de déversements industriels chimiques dans les eaux douces (2e série : eaux de décapage des métaux).

597
G86t
1912

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences

Directeur du Laboratoire

Année 1912

—

Fascicule unique

THE LIBRARY OF THE
JUN 27 1967
UNIVERSITY OF ILLINOIS

GRENOBLE

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES

Cours de Saint-André, 26

—

1913

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences

Directeur du Laboratoire

Année 1912

—

Fascicule unique

GRENOBLE

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES

Cours de Saint-André, 26

—

1913

SOMMAIRE DU FASCICULE

L. Eynard. — Première contribution à l'étude de la faune des Cladocères des étangs de Nantoin (Isère).

Louis Léger. — Étude sur les conséquences de l'industrialisation d'un lac au point de vue de l'hygiène et de la pisciculture.

Victor Piraud. — Dossiers piscicoles des cours d'eau alpins. — Monographie et carte hydrobiologiques piscicoles des cours d'eau de la partie sud du massif de Belledonne.

PREMIÈRE CONTRIBUTION

A

L'ÉTUDE DE LA FAUNE DES CLADOCÈRES

DES ÉTANGS DE NANTOIN (ISÈRE)[1]

Par M. L. EYNARD,

Professeur à l'Institution Robin, Vienne (Isère).

Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble*,
Tome XXIV, n° 3, 4e trimestre 1912.

Depuis le début de février jusqu'à la fin d'avril de cette année 1911, j'ai eu l'occasion de faire moi-même ou de faire faire des récoltes périodiques d'Entomostracés dans les étangs de Nantoin.

Situé à 40 kilomètres au Sud-Est de Vienne, Nantoin est marqué sur la carte d'Etat-Major au 1/80.000e, Grenoble Nord-Ouest, à l'extrémité Est de la forêt de Bonnevaux. Sur son territoire se trouvent quelques groupes d'étangs voisins les uns des autres, communiquant par série de deux ou trois et dont la situation très accessible et très agréable est bien faite pour encourager des recherches.

Ils furent formés artificiellement à une époque certainement

[1] La systématique des espèces signalées dans cette étude a été publiée sous le même titre dans *Annales de la Société linnéenne de Lyon*, t. LVIII, 1911, p. 197-206.

très lointaine, par endiguement de dépressions naturelles sur un terrain argileux imperméable, en vue de l'élevage du poisson.

Alimentés par les seules eaux de pluie, ils sont cependant efficacement préservés de l'asséchement par leur altitude de 600 mètres au-dessus du niveau de la mer et par le climat relativement frais des « Terres froides » du Dauphiné.

Tous les trois ou quatre ans, à la fin de l'hiver, ils sont vidés pour la pêche, mais, contrairement à ce qui se pratique dans les Dombes, on n'a jamais entrepris de cultures sur le sol desséché. La saison humide pendant laquelle se fait cette opération ne laisse pas longtemps ces réservoirs sans eau, et d'ordinaire quelques jours suffisent pour qu'un dépôt d'alevins puisse de nouveau y prospérer.

Un déversoir, en permettant au trop-plein de s'écouler, empêchera les débordements, toutes conditions dont il faut tenir compte pour l'étude de la faune inférieure qui doit y vivre et assurer le bon rendement en poissons.

Comme étendue et profondeur, ils n'ont rien de remarquable. Voici, d'après le plan cadastral de Nantoin, leur superficie : Petit Etang, 1 hectare; Etang Jura, 3 hectares; Etang Serlin, 2 hectares; les Orgières, 6 hectares; la Roue, 5 hectares; la Chomme, 7 hectares; Etang de Fer, 6 hectares; Mallymorte, 4 hectares.

Devant la bonde ou vanne de vidange, ils ont de 3 mètres à 3 m. 50 de profondeur. C'est le point le plus bas d'une moitié de cuvette dont le plan semi-circulaire est à pente régulièrement mais faiblement inclinée.

La végétation y est rare : des Potamogetons, des Renoncules aquatiques, des Cornifles forment, çà et là, des îlots isolés. L'Etang de Fer, avec sa belle ceinture de grands joncs et de prêles, fait exception, comme Mallymorte, dont les eaux plus vaseuses et moins profondes sont rapidement envahies. Le sol, chez tous, par place, est tapissé de Charas.

⁂

Durant cet hiver 1910-1911, ils sont restés gelés de décembre à mars et j'eus le plaisir, le 2 février, d'y faire ma première pêche pélagique, après avoir ouvert, à coups de hache, au milieu de la Chomme et de l'Etang Jura, une brèche dans 25 centimètres de glace.

Mes récoltes ont été faites au moyen d'un filet de mousseline de 0 m. 20 de diamètre, à fils très serrés, emmanché sur une canne à pêche un peu longue pour les bords, mais surtout au moyen du même engin attaché à une corde et que l'on peut lancer au large pour le ramener ensuite à soi. Dans certains endroits plus propices, j'ai même pu établir un système de va-et-vient du filet d'un bord à l'autre; à deux on peut, en se déplaçant, explorer ainsi toutes les parties d'un étang et traîner un filet un peu fort au milieu des rares bosquets de plantes aquatiques.

Jusqu'ici, je n'ai trouvé que peu de différence (sauf pour le nombre des individus pêchés) entre ce que ramène le filet lancé à 20 mètres du bord et ce qu'il ramène après une traversée. Il n'y a donc pas lieu, pour ces étangs, de faire les distinctions habituelles entre la faune littorale, pélagique et profonde. Je n'y ai pas davantage constaté de différences entre leurs faunes respectives. Ce sont des stations très visitées par les oiseaux aquatiques migrateurs, en novembre et en mars. MM. J. Richard, de Guerne et Eusébio ont souvent insisté sur le rôle de disséminateurs d'insectes rempli par ces voyageurs. C'est là un des principaux facteurs qui explique l'identité des faunes des étangs qui ne communiquent pas entre eux naturellement.

J'ai limité l'examen de mes récoltes aux seuls Cladocères : Cyclopides, Centropagides et Harpactides, comme les Ostracodes, bien que très nombreux dans ces pêches, ne seront pas mentionnés pour l'instant. Les loisirs limités que me laissent mes obligations professionnelles ne m'ont pas permis d'en aborder l'étude.

Et encore, même pour les Cladocères, les difficultés à vaincre pour se frayer un chemin dans une étude que personne, depuis quinze ans, n'a abordée en France, auraient-elles été insurmontables si je n'avais trouvé des auxiliaires précieux.

Mes déterminations, en effet, ont été faites d'après l'ouvrage remarquable de M. Louis Keilhack, adjoint à la station royale biologique d'Helgoland, et cet éminent professeur a bien voulu, avec une complaisance et une sûreté de vue dont j'ai apprécié maintes fois la valeur, vérifier toutes mes préparations.

J'adresse également à cette même place mon souvenir et mon respect filial à mon père, qui toujours alerte, malgré ses soixante ans, m'a fourni, avec une constante sollicitude, presque tous les matériaux de mon travail.

Voici donc les résultats de 5 pêches effectuées par moi dans ces étangs, du 2 février au 24 avril 1911 :

1re pêche.

Le 2 février 1911, de 9 heures à midi. Température extérieure —7°, sous 25 centimètres de glace, au milieu de la Chomme et de l'Etang Jura :

1. *Acroperus harpæ* Baird, 12 ex.
2. *Alonella nana* (Baird).
3. *Alona 4-angularis-affinis* (Leydig.).
4. *Simocephalus vetulus* (O.-F. Müller).
5. *Chydorus sphæricus* (O.-F. Müller).

Pêche peu abondante, l'espace exploré par le filet à travers l'ouverture pratiquée dans la glace étant forcément restreint. Elle suffit cependant pour montrer qu'un certain nombre de Cladocères continuent à vivre dans les eaux très froides de l'hiver et à s'y reproduire; *Chydorus, Simocephalus* et *Alonella* avaient des œufs dans la cavité d'incubation.

Les étangs commencèrent à dégeler vers le 15 février.

2e pêche.

Le 5 mars, de 2 à 5 heures du soir, par un beau soleil et vent du Nord. Température extérieure 8°. Les bords des étangs encombrés de glaçons et difficiles à aborder ne donnent que les espèces de la 1re pêche.

3e pêche.

Le 13 mars, par un violent vent du Nord, de 3 à 5 heures du soir. Température extérieure —4°. Aussitôt sorti hors de l'eau le filet gèle et devient une poche rigide. Température de l'eau 5°. Du bord à travers les herbes :

6. *Daphne longispina,* forma *Leydigi* Hellich. Rare.
   Simocephalus vetulus. Rare.
7. *Ceriodaphnia 4-angula* (O.-F. M.). 2 ♀ à ephippium et nombreux jeunes.
8. *Bosmina longirostris-cornuta* Jurine. 1 seul ex.
9. *Drepanothrix dentata* Eurèn. 2 ex.
   Acroperus harpæ.
   Alona 4-angularis affinis.
10. *Alona costata* G.-O. Sars. 2 ex.
11. *Leydigia Leydigii* Schœdler. 2 ex.
12. *Graptoleberis testudinaria* (Fischer).
    Alonella nana.
    Chydorus sphæricus.

4e pêche.

Le 26 mars, de 3 à 6 heures du soir. Température extérieure 14°. Température de l'eau 9°. Temps calme.

Les mêmes espèces que le 13 mars et en plus :

13. *Alona intermedia* G.-O. Sars.

Je constate une augmentation notable du nombre des individus. *D. longispina, Simocephalus* et *Ceriodaphnia* sont les espèces dominantes. Leur taille, qui va de 1 à 2 mm. 5, et leur grande abondance vont en faire des proies faciles et de bonne valeur nutritive pour le poisson.

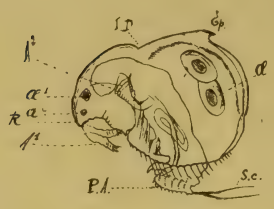


FIG. 1. — *Drepanothrix dentata* Eurèn. ♀ de 0 m/m 8. R = rostre ; œ¹ = œil principal ; œ² = œil accessoire ou tache pigmentée ; A¹ = antennes sensorielles ; A² = tronc des antennes natatoires ; I.D. = impression dorsale séparant la coquille de la tête de la coquille du dos ; Ep. = éperon de la carène dorsale ; P.A. = post-abdomen ; S.c. = soies caudales ; œ = œufs parthénogénétiques dans la cavité d'incubation (d'après nature).

FIG. 2. — Détail des antennes sensorielles. Gross. : 130.

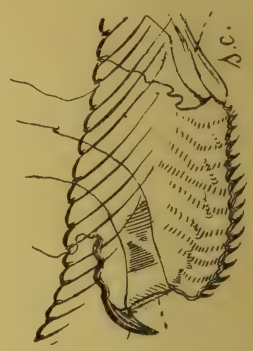


FIG. 3. — Détail du post-abdomen. Gross. : 130.

5e pêche.

Le 24 avril, matin de 8 heures à midi, soir de 3 à 6 heures. Temps très doux, par beau soleil. Température extérieure 18°. Température de l'eau 12°. Le filet ramène des jeunes pousses de Cornifles. Les fonds vaseux sont en pleine végétation.

La récolte en Cladocères peut s'évaluer à une dizaine de centimètres cubes, soit le matin, soit le soir.

L'eau qui, au 26 mars, était encore très limpide, est devenue trouble. Un échantillon examiné par transparence dans un bocal laisse voir des myriades de Rotifères et de petites algues flottantes.

La faune des Cladocères y était assez importante. En plus des espèces déjà citées il y avait :

14. *Scapholeberis mucronata* (O.-F. Müller), des deux formes *fronte lævi* et *fronte cornuta,* mais tous jeunes.
15. *Ceriodaphnia pulchella* G.-O. Sars.
    Bosmina cornuta. Très commune.
16. *Iliocryptus sordidus* (Liévin). 3 ex.
17. *Macrothrix hirsuticornis* Norman et Brady. 2 ex. et 2 ephippiums.
18. *Streblocerus serricaudatus* (S. Fischer). 4 ex.
19. *Eurycercus lamellatus* (O.-F. Müller).
20. *Sida cristallina* (O.-F. Müller).
21. *Diaphanosoma brachyurum* (Liévin).
22. *Rhynchotalona rostrata* (Koch).
23. *Alonella excisa* (Fischer).
24. *Peracantha truncata* (O.-F. Müller).

⁂

Dans les mares du village, j'ai constaté des faunes assez distinctes les unes des autres.

Chydorus sphæricus existait dans toutes.

De plus, il y avait en extraordinaire quantité :

25. *Daphne pulex* (de Geer).
26. *Daphne pulex* var. *obtusa* Kurz.
27. *Daphne longispina littoralis* Sars.

Ces trois dernières espèces non mélangées. Dans les trous creusés pour l'extraction de la terre glaise à pisé je ne trouvais que les *D. pulex* et *obtusa,* remplacées dans les réservoirs alimentés par l'eau des fontaines par *D. littoralis.*

BIBLIOGRAPHIE

1887. J. Richard. — Liste des Cladocères et des Copépodes d'eau douce observés en France. (*Bullet. Soc. Zool. Fr.*, V, XII, p. 156-165.)

1887. R. Moniez. — Liste des Copépodes, Ostracodes, Cladocères et de quelques autres Crustacés recueillis à Lille en 1886. (*Bullet. Soc. Zool. Fr.*, V, XII, p. 1-11.)

1888. J. Richard. — Cladocères et Copépodes non marins de la faune française. (*Rev. scient. du Bourbonnais*, mars-avril.)

1889. R. Moniez. — Sur la faune du Hâble d'Ault (*Rev. biol. du Nord de la France*, t. I, p. 1-6.)

1890. J. Richard. — Sur les Entomostracés et quelques autres animaux inférieurs des lacs d'Auvergne. (*Rev. des Sc. appliquées*, n° 10.)

1897. J. Richard. — Sur un Oligochète et quelques Entomostracés rares des environs de Paris. (*Bullet. Soc. Zool. Fr.*, V, XXII, p. 224-228.)

1909-1910. L. Keilhack. — *Beiträge zur Kenntniss der Susswasserfauna der Dauphiné-Alpen. Die Ephippien der Macrothriciden.*

ÉTUDE SUR LES CONSÉQUENCES DE L'INDUSTRIALISATION D'UN LAC AU POINT DE VUE DE L'HYGIÈNE ET DE LA PISCICULTURE

LE LAC D'AIGUEBELETTE EN SAVOIE

Par M. le Dr L. LÉGER,

Directeur du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble.

SOMMAIRE

1re Partie. — **Hygiène générale.**

Avant-propos 2
Exposé de la question 3
Régime naturel et régime industriel du lac 6
Variations de niveau du lac et hygiène. — Conséquences du régime industriel. — Discussion 10
Plages vaseuses et émanations d'odeurs 14
Moustiques et paludisme 20

2e Partie. — **Hygiène locale.**

Hygiène locale et mesures à prendre 24

3e Partie. — **Économie piscicole.**

Troubles apportés dans la reproduction du poisson. — Mesures à prendre. — Frayères artificielles. — Repeuplement : choix des espèces 41
Conclusions 46

PREMIÈRE PARTIE

Hygiène générale

AVANT-PROPOS

Il arrive fréquemment, dans les régions montagneuses, que les lacs soient utilisés comme réservoirs ou régulateurs de chutes d'eau aménagées pour la production de la force motrice (stations hydro-électriques surtout). Exemple : les lacs de Laffrey, le lac Crozet, le lac de Paladru, le lac d'Aiguebelette, etc. Cette utilisation des eaux lacustres a pour résultat de produire, selon les besoins de l'usine, des perturbations dans le régime des niveaux du lac, se traduisant par des oscillations d'amplitude variable, souvent fort grande, inconnues dans le régime naturel et par conséquent susceptibles d'apporter des modifications et des troubles dans la biologie générale du lac, d'une part, et, à un autre point de vue, dans l'hygiène du pays riverain.

C'est une question de ce genre qui s'est posée récemment pour le lac d'Aiguebelette au sujet duquel j'ai été chargé d'une étude ayant spécialement pour but de rechercher l'influence des grandes variations de niveau imposées par le régime industriel au point de vue de l'hygiène et de l'économie piscicole.

Ces questions sont assez nouvelles, tant au point de vue de l'hygiène qu'au point de vue piscicole, pour que j'aie cru utile de donner ici les résultats et conclusions de mes recherches qui, bien que ne s'appliquant évidemment qu'à un cas particulier, soulèvent d'intéressants problèmes d'économie aquicole et d'hygiène lacustre et pourront servir de base à de nouvelles études dont l'occasion ne manquera pas de surgir à mesure que l'industrialisation des eaux envahira de plus en plus nos régions montagneuses.

En ce qui concerne le lac d'Aiguebelette dont nous nous occupons spécialement dans ce travail, M. Bonjean, membre du Conseil supérieur d'Hygiène publique, délégué du Ministre de l'Agriculture, a déjà, dans un rapport circonstancié en date du 15 décembre 1911, fait connaître à ce sujet les résultats de ses observations après avoir recueilli les doléances et protestations des riverains et des communes et donné tous les renseignements nécessaires sur l'état des lieux, l'hygiène et la mortalité desdites communes.

Nous nous proposons ici d'entreprendre, d'une façon tout à fait indépendante, une étude détaillée basée sur de nombreuses observations effectuées au cours de l'année et dans laquelle, après avoir défini le régime industriel et montré les conséquences générales qui lui sont imputables au point de vue de l'hygiène, nous étudierons, pour les diverses parties des rives du lac, la nature et le caractère des zones susceptibles d'être inondées et exondées et l'influence de ces mouvements d'oscillation. Nous aborderons ensuite la question du Paludisme qui se trouve soulevée par suite de la découverte de l'Anopheles faite par nous dans la région au cours de nos recherches. Enfin nous envisagerons l'action du régime industriel sur le rendement piscicole du lac.

EXPOSÉ DE LA QUESTION

Le lac d'Aiguebelette, en Savoie, est le deuxième des lacs jurassiens français par la profondeur et la superficie.

Situé à une altitude de 374 m. 40, au pied des escarpements de la montagne de Lépine qui longe la rive Est, il présente une superficie de 545 hect. 10 et une profondeur moyenne de 30 m. 50; sa profondeur maximum atteignant 71 m. 10 [1].

Son émissaire est le Tiers, petite rivière qui, au sortir du lac,

---

[1] A. Delebecque, *Les Lacs français,* Paris, 1898. D'après le cadastre la superficie est de 557 hectares, ce qui correspond approximativement à la cote 374,71.

coule dans les prés-marais et dont le cours a été régularisé pour conduire les eaux au canal d'amenée de l'usine.

Par la couleur de ses eaux, le lac se range dans le groupe des lacs verts de Delebecque avec la teinte VI. Sa transparence est assez grande (limite de visibilité du disque de Secchi, 5 à 7 mètres d'après le même auteur). Le lac héberge un riche plankton à Rotifères (*Asplanchna*), Flagellés (*Ceratium*), Copépodes, Cladocères, etc., qui constitue une nourriture abondante et variée pour les alevins. Il nourrit d'ailleurs une population piscicole assez nombreuse consistant surtout en Lavarets, Brochets, Perches, Brèmes, Carpes, Meuniers et Gardons.

La température de l'eau à la surface varie beaucoup suivant les saisons. Nous avons noté jusqu'à 27° en saison chaude et Delebecque a trouvé seulement 4°,4 en février.

Les communes riveraines du lac sont : Lépin (rive Sud), Aiguebelette (rive Sud et rive Est), Nances (rive Est et rive Nord), Novalaise (rive Ouest), Saint-Alban-de-Montbel (rive Ouest).

⁂

L'utilisation des eaux du lac d'Aiguebelette par l'usine hydro-électrique de La Bridoire apporte dans le régime des niveaux de ce lac des modifications et des perturbations qui le rendent notablement différent du régime antérieur que nous désignerons pour plus de clarté dans l'exposé sous le nom de *régime naturel*, par opposition au nouveau régime créé par l'usine ou *régime industriel*.

Ce sont des oscillations positives ou négatives par rapport à l'étiage (374,40) ou cote d'altitude du lac, d'après Delebecque [1], d'amplitude assez considérable et, en tous les cas, bien plus grande qu'en régime naturel.

En effet, tandis qu'en régime naturel des observations suivies

---

[1] Ce niveau 374,40 qualifié souvent d'étiage n'est pas celui des plus basses eaux connues, comme nous le verrons par la suite.

de 1902 à 1907 montrent que le niveau du lac se meut entre 374,07 (minimum exceptionnel de 1906) et 375,44 (maximum exceptionnel de 1902) et, pour prendre des chiffres moyens basés sur cette même période de six ans, entre 374,34 et 375,17, en régime industriel le lac pourra s'abaisser jusqu'à 372,50 et s'élever au maximum à 375.

Si l'on considère comme un état normal des choses le niveau du lac à l'étiage, ce qui correspond approximativement à la limite ou ceinture de végétation terrestre, on voit que du fonctionnement de l'usine pourront résulter deux états anormaux :

L'un qui pouvait être réalisé également en régime naturel, mais à des époques et avec une rapidité différente, comme nous le montrerons plus loin, c'est la submersion et l'émersion de terrains normalement exondés.

L'autre, qui est à peu près exclusivement provoqué par le régime industriel, c'est l'émersion et la submersion du sol lacustre normalement inondé.

Ce sont ces deux phénomènes qui sont susceptibles d'être invoqués en l'espèce comme de nature à porter atteinte à l'hygiène.

Nous nous proposons donc de rechercher ici, aussi complètement qu'il est possible en l'état actuel de nos connaissances, les conséquences de ces perturbations de niveau des eaux au point de vue de l'hygiène générale, quel retentissement elles peuvent avoir sur la santé des populations riveraines, sur les cultures et enfin sur le rendement piscicole du lac.

Ces conséquences doivent être étudiées successivement dans les deux cas : en régime naturel et en régime industriel du lac. Car le but essentiel de ce travail est de répondre à cette question : *Quelles sont les conséquences éventuelles, au point de vue de l'hygiène publique, du nouveau régime (régime industriel) des eaux du lac produit par le fonctionnement de l'usine hydro-électrique de La Bridoire?*

Or, pour répondre à cette question, il faut d'abord étudier les conditions d'hygiène du lac en régime naturel et voir en quoi et comment le régime industriel a pu les modifier. En régime na-

turel, en effet, l'inondation et l'exondation des rivages avaient certainement déjà des inconvénients que nous retrouvons plus ou moins modifiés en régime industriel avec, en plus, ceux provoqués exclusivement par celui-ci et qui résultent avant tout d'un abaissement assez considérable des eaux au-dessous de l'étiage.

C'est donc seulement une étude comparative de l'hygiène du lac avant et après l'établissement du régime industriel que nous devons entreprendre ici. Pour cela, il nous faut d'abord définir autant qu'il est possible le caractère de chacun de ces régimes.

RÉGIME NATUREL ET RÉGIME INDUSTRIEL DU LAC

Régime naturel. — L'étude comparative des courbes exprimant la hauteur des eaux dans le cours de l'année et portant sur des observations suivies pendant six années consécutives nous montre que la physionomie générale de ce régime est une période de basses eaux en été et automne, avec ascension lente en hiver et hautes eaux au printemps, puis décrue lente jusqu'à l'été.

L'amplitude de ce mouvement peut être grande puisque nous avons vu plus haut qu'elle s'est étendue en certains cas de 375,44 à 374,07, mais ce sont là des cas exceptionnels, accidentels, qui ne doivent pas entrer en ligne de compte pour une étude comparative, nous les citons à titre purement documentaire. En recherchant simplement les moyennes des plus hautes et des plus basses eaux en régime naturel dans cette même série de six années, nous avons trouvé 374,34 pour les basses eaux et 375,17 pour le niveau des hautes eaux, ce qui nous montre en somme que, en régime naturel, le plan des eaux se meut de l'étiage (374,40) à la cote 375.

En été et début d'automne, les eaux s'approchent de l'étiage, en hiver et commencement de printemps, après des oscillations variables, elles s'approchent, touchent ou même dépassent la cote 375.

Comme c'est surtout ce niveau de hautes eaux qui nous intéresse ici, il n'est pas sans importance de faire remarquer que la cote 375 n'est pas exceptionnelle en régime naturel. Elle a même été souvent dépassée.

Ainsi de 1902 à 1907 le maximum dépasse chaque année cette cote 375, sauf en 1904 où il atteint seulement 374,95.

Voici du reste le tableau comparatif des maxima et minima relevés à l'échelle d'Aiguebelette de 1902 à 1907 d'après le rapport de M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées Renard, en date du 20 juin 1908.

	MAXIMUM.	MINIMUM.
1902.....	375,44	374,33
1903[1].....	375,06	374,56
1904.....	374,95	374,42
1905.....	375,07	374,51
1906[2].....	375,20	374,07
1907.....	375,32	374,20

D'autres observations portant de 1895 à 1907 nous montrent que la cote 375 est atteinte 210 jours en l'espace de 100 mois successifs et la cote 374,90, 450 jours dans le même espace de temps. Ainsi, en ce qui concerne la cote 374,90, nous la voyons atteinte :

23	jours en	1895	58	jours en	1902
59	—	1896	21	—	1903
100	—	1897	7	—	1904
pas de relevés.		1898	99	—	1905
—		1899	31	—	1906
0	—	1900	43	—	1907
9	—	1901			

En somme, on peut dire que, en régime naturel, la cote 375

---

[1] Manque janvier à mai inclus.

[2] Manque novembre, période d'eaux exceptionnellement basses.

est touchée tous les ans sauf de rares exceptions dans lesquelles la cote maxima n'est pas inférieure à 374,95.

On peut dès lors en conclure qu'en ce qui concerne le niveau des hautes eaux, le régime industriel n'introduit aucun facteur nouveau et nous n'aurions à envisager à ce point de vue que la question saisonnière (influence de la température) et de fréquence des oscillations.

En résumé, le régime naturel est caractérisé par une période de basses eaux voisine de l'étiage en été, une ascension lente vers 375 de l'automne à l'hiver, une période de hautes eaux en fin d'hiver et printemps et une descente lente de la fin du printemps à l'été.

La conséquence directe du régime naturel est donc que les terrains littoraux compris entre l'étiage (le bord naturel du lac) et la cote 375 sont inondés tous les ans, le plus souvent vers la fin de l'hiver, et découverts ensuite peu à peu jusqu'au commencement de l'été.

Régime industriel. — Il est plus difficile de préciser le régime industriel puisque nous n'avons encore que peu de mois d'observation avec un fonctionnement irrégulier pour en déduire les caractéristiques. Cependant avec ces données et les renseignements qui nous sont fournis par M. l'Administrateur délégué de la Société, nous pouvons essayer de définir ce régime de la façon suivante :

D'abord, et c'est là un point capital, le niveau du lac pourra être considérablement abaissé au-dessous de l'étiage.

La cote minima est susceptible d'atteindre 372 m. 50; ce sera là, il faut le dire, un cas tout à fait exceptionnel, le niveau inférieur utilisable étant 373, car, en pratique, un niveau inférieur à 373 ne pourrait permettre un débit suffisant pour un fonctionnement industriel; mais ce dernier même est bien inférieur aux plus basses cotes du régime naturel. Quant au niveau des hautes eaux, il se confond avec celui de ce dernier régime.

Reste à voir les périodes d'oscillation. Elles seront essentielle-

Phot. Em. Duchemin.

Lac d'Aiguebelette (vu du côté Sud).

ment variables puisqu'elles correspondent aux besoins de l'usine qui les provoque et nous ne pouvons, sur ce point, que nous en tenir à des données générales d'après lesquelles la Société se propose d'emmagasiner de l'eau dans la période des plus grandes précipitations atmosphériques et de fonte des neiges pour utiliser cette réserve au cours de l'hiver au moment des gelées.

D'où il pourra résulter une période de très basses eaux (373 à 372,50 exceptionnellement) à la fin de l'hiver, une ascension des niveaux de la fin de l'hiver à la fin du printemps, une période d'eaux moyennes en été et une descente en fin d'automne et hiver. Mais ce ne sont là que de grandes lignes susceptibles de varier plus ou moins profondément à n'importe quel moment de l'année, suivant les besoins de l'usine et les précipitations atmosphériques.

On ne peut guère en conclure que ceci : c'est qu'il s'agit d'un régime d'oscillations inégales de grande amplitude et que, le plus souvent, ce sera en hiver que le lac verra son niveau profondément abaissé au-dessous de l'étiage, tandis qu'en été il atteindra au contraire son maximum, lequel sera vraisemblablement toujours inférieur à celui du régime naturel, pour la raison que l'industriel n'a pas intérêt à maintenir son réservoir plein au risque de le voir déborder et de perdre ainsi son bénéfice.

La conséquence directe du régime industriel est donc : 1° que le sol de la cuvette lacustre compris entre l'étiage et la cote inférieure 373 (exceptionnellement 372,50) sera susceptible d'être mis à découvert à n'importe quel moment, mais surtout en hiver, pour être recouvert au cours du printemps; 2° que, comme en régime naturel, les terrains littoraux compris entre l'étiage et la cote 375 seront susceptibles d'être inondés, mais plutôt à la fin du printemps et au début de l'automne, tandis qu'en régime naturel le phénomène se produisait plutôt en fin d'hiver et au début du printemps.

VARIATIONS DE NIVEAU DU LAC ET HYGIÈNE CONSÉQUENCES DU RÉGIME INDUSTRIEL

Les variations de niveau du lac peuvent donc être divisées en deux groupes :

A. — Les variations de niveau au-dessus de l'étiage, communes aux deux régimes dans lesquels elles peuvent seulement différer quant à l'époque, la fréquence et la durée.

B. — Les variations de niveau au-dessous de l'étiage, propres au régime industriel.

Nous allons énumérer successivement les conséquences, au point de vue de l'hygiène, de ces deux sortes de variations pour en déduire la part qui revient en propre au régime industriel.

A. — Immersion et émersion de terrains situés au-dessus de l'étiage.

En régime naturel, comme en régime industriel, le lac, nous l'avons vu, peut élever son niveau au-dessus de l'étiage jusqu'à une cote voisine de 375, inondant ainsi les terres basses qui le bordent.

De cette inondation suivie d'émersion peuvent résulter les conséquences suivantes exposées dans les doléances des intéressés.

Mouillage des blachères. — En régime naturel, les blachères (nom local des prés-marais à Carex) étaient inondées tous les ans, le plus souvent en fin d'hiver. En régime industriel, cette époque sera vraisemblablement reculée vers la fin du printemps, le phénomène pourra avoir une durée différente et sera susceptible de se reproduire plusieurs fois dans l'année.

Formation de flaques d'eau croupissante (gîtes à Moustiques) au retrait des eaux. — Le régime industriel, dans le cas où il accroîtra la fréquence des ascensions du plan d'eau ou la durée

des hautes eaux au début de la saison chaude, est susceptible d'entretenir ou d'étendre les gîtes à Moustiques, déjà réalisés en régime naturel, situés entre l'étiage et la cote 375.

Imprégnation du sol perméable par l'eau et possibilité (?) d'un refoulement des eaux du lac dans les puits. — Ces deux conséquences sont communes aux deux régimes. Elles ne doivent donc pas être imputées au régime industriel. Nous les discuterons cependant tout à l'heure pour montrer leur peu d'intérêt au point de vue qui nous occupe.

B. — Emersion et immersion du sol lacustre au-dessous de l'étiage.

L'abaissement du niveau des eaux à des cotes notablement inférieures à l'étiage, telles que 373 ou 372,50, constitue le fait nouveau apporté par le régime industriel.

Il a soulevé, au point de vue de l'hygiène, les doléances suivantes :

Mise à nu de zones vaseuses d'où *Emanations d'odeurs désagréables ou nocives.*

Formation possible de nouveaux gîtes à Moustiques.

Difficulté ou danger d'accès au lac.

De ce rapide exposé, que nous avons fait très bref pour y apporter plus de clarté, il résulte que les conséquences à envisager et à discuter comme relatives au régime industriel sont les suivantes :

Inondation des blachères plus fréquente et, peut-être, de plus longue durée qu'en régime naturel.

Entretien de l'humidité des terrains qui bordent le lac et crainte de **contamination de certains puits.**

Difficulté ou danger d'accès au lac en certains points.

Mise à l'air de plages vaseuses et émanations d'odeurs désagréables ou nocives.

Formation et entretien de flaques d'eau stagnante favorisant la multiplication des Moustiques.

Nous les discuterons successivement en insistant particulièrement sur les deux dernières, les seules à notre avis qui méritent d'être prises en considération au point de vue de l'hygiène.

Inondation des blachères.

La végétation des terres basses dont la surface est très inégalement répartie sur le pourtour du lac est presque uniquement composée de Carex (Bauche ou Blache dans le pays) utilisé pour la litière du bétail.

Ces blachères sont ainsi soumises à un régime de submersion et d'émersion qui est pour ainsi dire nécessaire à leur évolution, il ne leur est donc pas préjudiciable. Il ne peut qu'être, en certains cas, gênant pour leur exploitation.

Il peut arriver parfois, et c'est le cas pour le lac d'Aiguebelette, que les eaux d'inondation, tenant en suspension de fines particules de limon argileux, laissent en se retirant une sorte d'enduit pulvérulent blanchâtre à la surface de ces végétaux. C'est même là une conséquence qui a été signalée par M. le Maire de Nances [1] comme dangereuse au point de vue de l'hygiène soit pour les ouvriers qui les manipulent, soit pour les animaux auxquels ils servent de litière ou pour ceux qui viendraient paître dans ces régions.

Nous avons examiné au microscope ces dépôts d'ailleurs inconstants ou de faible épaisseur. Nous n'y avons trouvé que de fines particules minérales, quelques carapaces de Diatomées et filaments d'algues (*Zygnema Oscillatoria*), matériaux inoffensifs.

En culture, aucune bactérie pathogène ou infectieuse quelconque ne s'est révélée.

Nous ne pensons donc pas que ce dépôt ait un inconvénient quelconque au point de vue de l'hygiène, la fine poussière qu'il produit lorsqu'on manipule les végétaux une fois desséchés n'ayant aucun caractère suspect.

---

[1] Rapport de M. Bonjean.

Entretien de l'humidité du sol perméable et crainte de contamination de certains puits.

L'imprégnation, au moment des hautes eaux, d'un sol spongieux comme celui des terres à Carex (blachères) qui bordent le lac, entraîne nécessairement une certaine humidité de l'atmosphère, surtout au ras du sol. C'est là un fait commun à toutes les rives lacustres basses à blachères et qui se produisait également en régime naturel. Il ne mérite pas autrement d'attirer l'attention de l'hygiéniste, sauf s'il existait sur ces terrains mêmes des habitations, ce qui n'est pas le cas.

Nous ne pensons pas, de même, que la crainte de contamination de certains puits aux hautes eaux, qui a été émise dans les doléances, soit justifiée. Remarquons d'abord que, s'il en était ainsi, le fait devait également se produire en régime naturel puisque les hautes eaux de ce régime atteignent ou frôlent tous les ans la cote 375, maximum rarement atteint en régime industriel. Mais, à notre avis, étant données la cote du fond des puits en question et la distance qui les sépare du lac (il s'agit des puits du village de Bellemin), le refoulement direct des eaux du lac dans ceux-ci n'est pas possible sans une communication directe qui n'existe pas. Le refoulement indirect par filtration à travers la tourbe du sous-sol existerait-il qu'il ne pourrait, à notre avis, donner qu'une eau suffisamment filtrée pour être débarrassée de tout germe douteux provenant du lac[1]. On sait, en effet, d'après les études de Müntz et Laîné, que la tourbe, en raison de son pouvoir fixateur, peut filtrer de grandes quantités d'eaux malsaines qu'elle purifie complètement et rapidement (J. Escard, L'utilisation industrielle de la tourbe, *Rev. scientif.*, 1912, n° 12).

---

[1] Voir au chapitre Hygiène locale, rive Nord.

Difficulté ou danger d'accès au bord du lac.

En certains points, la mise à nu de plages vaseuses rend l'accès du lac difficile ou impossible aux basses eaux.

En d'autres, la *beine* du lac étant mise à sec, c'est le *mont* qui fait bordure (sous le village de Lépin par exemple), d'où pente rapide et bords dangereux pour les enfants.

Enfin le déplacement du rivage peut nécessiter le recul des lavoirs et des abreuvoirs ou des embarcadères.

(Nous ne citons que pour mémoire ces conséquences qui ne se rattachent pas directement à l'hygiène, mais à la prévoyance sociale.)

MISE A NU DE PLAGES VASEUSES ET ÉMANATIONS D'ODEURS DÉSAGRÉABLES OU NOCIVES

La nature du sol lacustre mis à nu aux basses eaux provoquées par le régime industriel varie suivant les régions considérées. Laissant de côté les fonds rocheux, de cailloux d'éboulis, de molasse ou de sable pur qui ne sont pas en cause pour la question qui nous occupe et dont la répartition est donnée en détail dans la suite de ce travail, nous envisagerons seulement ici les zones ou plages dites vaseuses, à sol mou, facilement pénétrable et à éléments très fins ou impalpables, celles dont la mise à nu a pu susciter des craintes au point de vue de l'hygiène.

La mise à nu de ces zones a deux conséquences : elle crée des difficultés d'accès en certains points du lac, ce qui constitue un grand désagrément, mais qui est en dehors de la question hygiène; certaines d'entre elles peuvent, au contact de l'air et par un décapage répété sous l'action des flots, émettre des odeurs dites « de vase », « de marais », d'intensité toujours faible, autant que nous avons pu en juger, mais qui, confondues avec

des émanations d'autre origine (cloaques, décomposition d'animaux aquatiques) ou associées à celles-ci, ont été invoquées comme cause d'insalubrité.

En raison de l'importance qu'on a cru devoir attribuer aux conséquences de la mise à nu de ces plages, il nous a paru nécessaire d'étudier les plus importantes d'entre elles au point de vue de leur composition et de la nature des gaz auxquels elles donnent naissance.

Pour cela, nous avons choisi, parmi les nombreux sondages que nous avons effectués dans les divers points suspectés, tantôt à l'air, tantôt sous l'eau, huit échantillons des plus caractéristiques qui ont été soumis à l'analyse en vue de rechercher leur composition minérale, leur teneur en matières organiques et en gaz. L'odeur perçue à la trituration a été notée, ainsi que la couleur à l'état frais et après calcination. La nature et le volume des gaz dégagés ont été déterminés sur des échantillons de vase fraîche mise en observation sous la cloche à mercure pendant un intervalle de temps variant de 53 à 68 jours consécutifs, à la température constante de 25°.

La matière organique a été évaluée par la quantité d'oxygène empruntée au permanganate de potasse par la vase humide dès le lendemain du prélèvement.

Les résultats, tant pour le volume des gaz émis que pour le poids des matières organiques, ont été ensuite rapportés à 100 grammes de vase sèche pour les rendre comparables.

Ci-joint le tableau détaillé de ces analyses qui ont été confiées à M. G. Dodero, chimiste-expert, chef des travaux à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble.

Ces analyses nous permettent de désigner trois types principaux dans la nature des sols lacustres mis à nu (y compris celui du Tiers qui a été incriminé dans les doléances) de l'étiage jusque vers la cote 373.

1° **Un type A : Vases calcaires** (échant. n°s 1 et 2) où dominent le carbonate de chaux avec très peu de silice et d'argile, de couleur claire et très pauvre en matières organiques. Le dragage

du Tiers (échantillon n° 1), un peu en amont de la gare de Lépin, peut être pris comme exemple de ce type.

C'est une vase blanchâtre ou gris bleuâtre clair renfermant 81,78 % de carbonate et seulement 16,02 % de silice et d'argile. Elle est extrêmement pauvre en matières organiques (2,12 %) et par elle-même inodore. La faible odeur qui a pu être perçue lors de la mise à l'air est due, comme je m'en suis assuré par l'examen microscopique de la couche superficielle, à une mince couche d'algues (des Oscillaires), qui sécrètent une odeur très caractéristique, non putride, nullement insalubre et disparaissant rapidement à la dessiccation. La quantité de formène émise en 53 jours par une quantité de vase correspondant à 100 grammes de substance sèche est seulement de 2 centimètres cubes.

L'échantillon n° 2, qui correspond au sol de la cuvette lacustre à la cote 372,80 sur la rive Ouest où il se continue avec la couche précédente, n'est guère plus riche en matières organiques (3,58 %), mais par contre plus riche en formène (22 c. c. en 68 jours) en raison de sa moindre compacité et de sa situation lacustre littorale. C'est également un type de sol parfaitement salubre que nous retrouverons à la même cote (qui est celle des basses eaux du régime industriel) sur une grande partie de la rive Ouest et Sud du lac.

2° **Un type B : Vases silico-argileuses** (échant. n°s 3, 4 et 5) où dominent la silice et l'argile avec très peu de calcaire, de couleur gris rougeâtre ou bleuâtre, aussi pauvre en matières organiques que le précédent, mais notablement plus riche en formène. Ces formations ne méritent pas, en langage précis, le nom de vase qui s'applique à une substance à éléments impalpables alors qu'ici on perçoit au toucher de fins grains siliceux, notamment dans les échantillons n°s 4 et 5. L'odeur émise est variable avec les échantillons considérés et surtout avec le lieu où ils ont été recueillis. Ainsi l'échantillon n° 3, recueilli sous le port de Lépin, n'émettait qu'une très faible odeur de marais. Le n° 4, provenant de la Plage du Terreau (Nances), la même odeur un peu plus prononcée, et le n° 5, recueilli à la surface du sol

découvert sous le garage Durand (Aiguebelette), une odeur assez fétide due à la décomposition de déchets résiduaires organiques amenés des habitations par le ruisselet.

La quantité de formène émise en 68 jours par ces trois échantillons (n°s 3, 4, 5) de plage lacustre et pour 100 grammes de vase sèche est respectivement de 45, 75 et 91 centimètres cubes.

Les plages appartenant à ce type silico-argileux dominent sur les rives Nord et Sud du lac, de l'étiage à la cote 373,70 environ. Plus élevées que les précédentes, elles sont aussi plus résistantes et leur composition ne les rend pas davantage suspectes au point de vue salubrité.

Seule l'odeur fétide de l'échantillon n° 5 doit retenir l'attention. Elle provient, comme nous l'avons dit, de la fermentation de déchets ménagers et de débris végétaux entraînés par le ruisseau et croupissant dans un cloaque situé sur le rivage à la cote d'étiage. Des travaux de remblai et de drainage actuellement en cours devront faire disparaître cet inconvénient.

3° **Un type C : Vases silico-calcaires** (n°s 6, 7, 8) renfermant, avec silice et argile, une notable quantité de calcaire; de consistance très molle, franchement vaseuse et de coloration gris foncé, riche en matières organiques et en formène. Ce type est représenté par une bordure vaseuse qui s'étend sous le village du Guiguet sur une longueur de 400 mètres environ et va de l'étiage à la cote 372,80 où il fait place au type calcaire A étudié plus haut.

Dans les trois échantillons (n°s 6, 7 et 8) que nous rangeons sous ce type l'odeur émise est très faible. Odeur d'algue ou de marais, non putride, pour les échantillons n°s 7 et 8 provenant de la rive Ouest, sous le village du Guiguet. Odeur faiblement fétide pour l'échantillon n° 6 provenant du garage Perrier situé sous Aiguebelette et due, comme dans le cas de l'échantillon n° 5, à des apports résiduaires, c'est-à-dire à une cause extrinsèque susceptible et en voie de disparition par de faciles travaux de remblai et de drainage.

La quantité de formène émise par ces vases est assez consi-

dérable : jusqu'à 441 centimètres cubes (pour 100 gr. de vase sèche) dans l'échantillon le plus riche (n° 8), ce qui correspond à une active décomposition de matières organiques végétales. Ces matières organiques atteignent 23,45 % dans ce même échantillon qui est de beaucoup le plus riche à ce point de vue et que nous avons choisi intentionnellement. Malgré cette teneur élevée en matières organiques, cette vase n'a pas d'odeur fétide. C'est qu'il ne s'agit ici que de produits végétaux (rhizomes morts de joncs, de roseaux et de nénuphars) subissant leur régression en place, sans adjonction de bactéries putrides, et ne donnant naissance qu'à des gaz inodores, formène et acide carbonique. Ces sols vaseux, malgré leur aspect, ne sont donc pas plus à redouter que les précédents au point de vue de leurs émanations, le formène, gaz de très faible densité, étant par lui-même inoffensif.

De cette étude sur la constitution des divers types de sol lacustre susceptibles d'être mis à découvert, il résulte qu'aucun d'eux ne peut être considéré comme donnant lieu par lui-même à des émanations insalubres. Cependant, en quelques points, nous avons recueilli des échantillons superficiels dégageant, à la trituration, une odeur plus ou moins putride. Le rapport de M. Bonjean signale également dans les doléances la manifestation d'odeurs fétides sur les bords du lac au cours de l'été de 1911. Selon nous et d'après nos recherches, ces odeurs sont à rapporter à deux causes distinctes :

1° Emanations de quelques dépôts fangeux où s'accumulent les déchets organiques et des eaux résiduaires ménagères et où des fermentations complexes de substances azotées donnent lieu à des produits volatils malodorants (produits sulfurés, ammoniaques composées, etc...). Le ruissellement entraîne ces produits sur le sol lacustre littoral auquel ils communiquent leur mauvaise odeur. Nous avons soigneusement repéré ces dépôts dans notre étude locale. Ils existaient déjà en régime naturel et

sont actuellement, pour la plupart, en voie de suppression par les soins de la Société.

2° Odeur de putréfaction due à la décomposition de nombreux gros mollusques bivalves (Anodontes) tués par la mise à sec des rives du lac aux basses eaux. Odeur de marée gâtée due à la décomposition d'œufs de poissons par la même cause. J'indique dans mes conclusions comment on évitera le retour de ces phénomènes passagers.

Abstraction faite de ces émanations de caractère putride, évitables par la suite, nous pouvons affirmer que les odeurs dites de vase ou de marais susceptibles de se manifester aux basses eaux du lac et seulement pendant les temps chauds sont toujours très faibles, le plus souvent imperceptibles. Etant données leur faible intensité et leur nature, il n'y a aucune raison pour leur attribuer un caractère insalubre. Seraient-elles même plus intenses que rien ne prouverait leur nocivité. Sans doute, comme le fait remarquer à juste titre M. Bonjean, on a fait dans ces derniers temps des recherches de laboratoire (Alessi, Trillat, Berlioz) en vue de démontrer le rôle activant de certaines émanations microbiennes sur des cultures de bactéries pathogènes (bacille typhique, diphtérie, choléra), mais ces expériences, effectuées dans des conditions très spéciales, en vase clos et avec des cultures pures, ne peuvent aucunement être comparées avec ce qui se produit ici en plein air et de toute autre façon, ni être invoquées en l'espèce pour le cas qui nous occupe. Et de l'avis recueilli par nous-même, de l'un des auteurs de ces intéressantes recherches, il n'y a absolument rien à suspecter de la part de telles émanations se produisant à l'air libre et représentant des quantités insignifiantes de produits volatils immédiatement disséminés à tous les vents.

Plus importante, à notre avis, est la question des gîtes à Moustiques à laquelle se lie très étroitement celle du Paludisme.

FORMATION DE FLAQUES D'EAU STAGNANTE ET GITES A MOUSTIQUES

Moustiques et Paludisme.

Lorsque le sol inondé présente des dépressions ou cuvettes sans écoulement vers le lac, il se forme, au retrait des eaux, des flaques d'eau stagnante susceptibles de devenir des lieux d'élection pour la production des Moustiques (gîtes à Moustiques).

Moustiques. — Les observations que nous avons poursuivies au cours de la présente année nous ont montré que les premières larves de Moustique commun (*Culex pipiens* et *C. nemorosus*) sont apparues dans la région au commencement de mai, mais elles étaient très rares. Par contre, elles devenaient extrêmement communes en juillet et août dans tous les gîtes (génération d'été) pour disparaître ensuite aux premiers jours d'octobre. Bien que le Moustique commun ne soit pas dans nos pays à incriminer comme agent pathogène, sa présence en grand nombre est assez gênante pour mériter l'attention de l'hygiéniste. Aussi nous avons cherché à repérer tous les gîtes à Culex compris dans la zone inondable 374,40 - 375, c'est-à-dire ceux qui sont susceptibles d'être entretenus par les oscillations supérieures des eaux. Nous en avons trouvé d'assez importants en trois points : sous Aiguebelette, dans le pré-marais tout le long et vers l'embouchure des ruisselets, à la Loue ronde et dans son voisinage (commune de Lépin), enfin dans le marais de Nances.

Nous insistons sur ce point que ce sont là *seulement* des lieux de gîtes à Culex compris dans la zone inondable, car nous en avons observé bien d'autres au-dessus de la cote 375, c'est-à-dire en dehors de la zone d'action du régime industriel. Il ne faut pas oublier, du reste, que le Culex se développe partout où se trouve une petite quantité d'eau stagnante, plus ou moins riche en matières organiques, sans que la *nature du fond* ait d'importance.

Ainsi les larves de Culex se rencontrent par milliers dans les réservoirs d'arrosage des jardins, dans les plus petits bassins, etc... Dans les pays à Moustiques on ne saurait trop attirer l'attention sur ces faits grâce auxquels la multiplication de ces êtres est considérablement accrue : car les gîtes artificiels sont souvent d'une production bien plus intense que les gîtes naturels dans lesquels les larves trouvent des ennemis.

A ce point de vue, notons que les larves de Moustiques ne se rencontrent que peu ou point dans les eaux du lac, même près des rives. Ou bien les poissons les exterminent de suite ou bien instinctivement les femelles de Moustiques évitent, pour pondre, ces vastes nappes d'eau où fourmillent leurs destructeurs.

Ces considérations nous indiquent que lorsqu'il sera possible d'établir une courte et large communication entre un gîte et le lac on en supprimera les Moustiques. En cas d'impossibilité, le comblement, le drainage pour l'écoulement des eaux ou enfin des mesures anti-larvaires annuelles réduiront sûrement les foyers de production. Nous indiquons d'ailleurs plus loin, au chapitre hygiène locale, les mesures à prendre relativement aux divers gîtes situés sur les rives du lac, de l'étiage à la cote 375.

La formation de flaques d'eau stagnante ou à peine renouvelée au retrait des eaux soulève également la question de la multiplication d'une autre espèce de Moustique, plus importante au point de vue de l'hygiène puisqu'il s'agit du Moustique susceptible de transmettre la fièvre paludéenne ou Paludisme : c'est l'*Anopheles*.

Contrairement à des assertions précédemment émises, ce Moustique existe effectivement sur le pourtour du lac, comme du reste on le trouve dans nombre de régions du Dauphiné. Nous en avons trouvé plusieurs gîtes sur les bords du lac ou dans les environs, notamment dans la grande île au-dessous de la cote 375, sous le village d'Aiguebelette, au-dessous et au-dessus de la cote 375, sous Novalaise et dans la plaine de Nances. Dans ces divers gîtes les larves sont apparues dès le mois de mai; nombreuses en juillet et août, elles disparaissent vers la fin de septembre.

De par leur position, tous ces gîtes étaient certainement réalisés en régime naturel, mais le régime industriel, en augmentant la fréquence des oscillations du plan d'eau, est susceptible de favoriser l'entretien de ceux situés au-dessous de la cote 375, si l'on n'établit pas de canaux d'évacuation vers le lac. De même si l'abaissement des eaux au-dessous de l'étiage laissait des cuvettes sans écoulement vers le lac, celles-ci pourraient devenir de nouveaux lieux de production de Moustiques. En raison de ces éventualités, il y a lieu d'examiner ici d'une façon toute spéciale quelles peuvent en être les conséquences et comment on devra y remédier.

Nous insisterons tout d'abord sur ce point que la présence de l'Anopheles dans une région n'implique en rien celle du Paludisme. Nombreuses sont, en Dauphiné, les stations riches en Anopheles (par exemple tout autour de la ville de Grenoble, à La Buisse, à Brié, etc...) sans qu'il y ait traces de Paludisme. Pour que ce Moustique devienne suspect, il faut qu'il trouve des sources d'infection chez des paludéens non ou mal soignés. Dans les pays où il n'y a pas de paludéens, l'Anopheles n'est pas infesté et sa piqûre n'est pas plus à redouter que celle d'un Cousin quelconque. C'est le cas pour la région d'Aiguebelette où il n'y a pas de Paludisme endémique et où d'ailleurs nous n'avons trouvé aucun Anopheles infesté.

Ainsi donc les Anopheles de la région d'Aiguebelette ne sont pas plus à craindre que ceux de Grenoble, de La Buisse ou de Brié. Est-ce à dire qu'il ne faille pas attacher d'importance à leur présence et à leur extension possible? Non, car il peut surgir une cause d'infection, par exemple la présence de paludéens à germes actifs (éventualité rare, il est vrai, à l'heure actuelle où ces malades sont soignés de suite) à la source desquels les Anopheles peuvent se contaminer et disséminer ensuite la maladie. A notre avis, et c'est là une remarque d'hygiène générale qui intéresse cette région indépendamment de toute question de régime du lac, il y a intérêt à en faire disparaître autant que possible les gîtes à Anopheles, car, ainsi qu'il est rapporté dans

l'étude de M. Bonjean, chaque année quelques personnes du pays vont faire les moissons dans les Dombes, région palustre, et sont susceptibles d'en importer le Paludisme.

C'est là une éventualité qui pouvait se produire aussi bien en régime naturel qu'en régime industriel, qui ne s'est jusqu'ici heureusement pas produite (peut-être pour des raisons climatériques), mais qui doit nous engager non seulement à éviter tout ce qui est de nature à favoriser la multiplication de l'Anopheles, mais encore à faire disparaître autant que possible ceux qui existent.

Nous concluons donc en disant : le régime industriel pas plus que le régime naturel ne peut avoir pour conséquence l'introduction du Paludisme dans la contrée, les Anopheles existant dans les deux cas; mais il ne faut pas qu'il augmente les chances de cette introduction en provoquant une surproduction d'Anopheles. Il y aura donc lieu de s'attacher à réduire au minimum les sources de multiplication des Moustiques, et en particulier de l'Anopheles, soit en prenant des mesures anti-larvaires que nous indiquerons, soit en comblant les gîtes, qu'ils soient naturels ou d'origine industrielle, ou en les assainissant par une large et constante communication avec le lac; on réalisera ainsi et sûrement un état hygiénique meilleur qu'auparavant.

DEUXIÈME PARTIE

Hygiène locale

Pour la clarté de la description, nous envisagerons successivement les diverses rives du lac, au-dessous et au-dessus de l'étiage, en les divisant comme il suit :

Rive Ouest (communes de Saint-Alban et de Novalaise).

Rive Nord (partie de la commune de Nances jusqu'au ruisseau du Guâ).

Rive Est (partie de la commune de Nances, du Guâ à la limite de la commune d'Aiguebelette, et partie de la commune d'Aiguebelette jusqu'au village du Port).

Rive Sud (partie de la commune d'Aiguebelette, du port à sa limite Ouest, et commune de Lépin jusqu'à l'origine du Tiers).

Iles (Grande-Ile, commune de Lépin; Petite-Ile, commune de Saint-Alban).

Bords du Tiers jusqu'à la prise d'eau de l'usine (rive gauche, commune de Lépin; rive droite, commune de Saint-Alban).

Pour chacune de ces différentes parties des rives du lac, nous étudierons la nature des plages susceptibles d'être découvertes, le caractère et les particularités biologiques du sol inondable, les conséquences de l'émersion et de l'immersion au point de vue de l'hygiène, enfin les mesures à prendre dans le cas où elles présentent des inconvénients.

Rive Ouest.

Au-dessous de l'étiage. — Si, partant du Tiers, nous longeons la rive Ouest vers le Nord, nous trouvons, sur une longueur d'en-

viron 300 mètres, comme sous-sol lacustre, de l'étiage jusqu'à la cote 373, d'abord un sable coquillier compact blanc qui passe peu à peu à une vase calcaire (type A de notre classification), avec rhizomes de roseaux et de Nénuphars. L'émersion de ce sol est sans aucun inconvénient au point de vue de l'hygiène.

En continuant vers le Nord, la pente de la rive devient rapide et les basses eaux ne découvrent qu'une zone insignifiante de terrain tourbeux jusqu'en face le pré du Mas. A partir de ce point, la pente se radoucit et les basses eaux découvrent sur une assez grande longueur, 400 mètres environ, une plage vaseuse grisâtre, d'accès difficile sinon impossible en raison de sa consistance extrêmement molle et qui s'étend au Nord jusqu'au garage de M. Delmas. C'est la plage vaseuse du Guiguet, qui atteint 15 à 20 mètres de largeur et qui est constituée par une couche épaisse (au moins 1 m. 50) d'une vase argilo-calcaire (type C) riche en matières organiques et dont la composition est donnée aux n°s 7 et 8 de notre tableau, p. 40.

L'abaissement des eaux jusqu'à la cote 373 découvre complètement cette formation vaseuse que nous avons trouvée jusque vers 373,40. Au-dessous de ce niveau le sol lacustre reprend le caractère de vase calcaire coquillière que nous avons signalé plus haut (type A) et dont la composition est donnée dans notre tableau, p. 40, au n° 2.

La mise à l'air de cette plage vaseuse du Guiguet constitue certainement un grand désagrément, car elle rend l'accès du lac à peu près impossible dans cette zone. Mais nous ne voyons pas autrement qu'elle puisse avoir de réels inconvénients au point de vue de l'hygiène, car elle ne donne lieu à aucune émanation de gaz suspects ni d'odeurs putrides.

L'an dernier cependant, on aurait perçu des émanations malodorantes, nous les attribuons à la décomposition des nombreux gros mollusques (Anodontes) mis à sec, phénomène qui ne doit plus se reproduire, la station de ces animaux dans ces parages ayant été ainsi détruite.

Au cours de nos recherches, cette année, nous avons seulement

perçu en triturant ces formations vaseuses une odeur de marais, due aux algues de fond fraîches ou en voie d'altération, mais cette odeur était toujours très faible et rien n'autorise à la considérer comme insalubre.

Le fond du garage à bateaux de M. Delmas, situé à l'extrémité Nord de la plage vaseuse du Guiguet et qui, à la cote 373,60, n'est plus en communication avec le lac, contient un dépôt vaseux noirâtre putride qui rentre dans la catégorie des formations fangeuses très localisées dont j'ai parlé dans la partie générale de cette étude et qui sont dues à l'accumulation et à la décomposition sur place en des points favorables, sinus naturels ou anfractuosités artificielles, de débris organiques de toutes sortes, charriés ou refoulés par les eaux.

Pour éviter dans les garages ces formations qui, aux basses eaux, peuvent donner lieu à des émanations très désagréables, sinon insalubres, et constituer en outre de nouveaux gîtes à Moustiques, il est nécessaire que le fond, préalablement expurgé par un dragage, soit incliné en pente régulière et assez rapide vers le lac afin que les eaux et les matériaux organiques qu'elles renferment puissent regagner le lac avec l'abaissement du niveau.

Tout le reste de la rive Ouest, depuis le ruisseau de Saint-Alban jusqu'à la limite de la commune de Nances, ne nous offre plus comme sol lacustre susceptible d'être découvert aux basses eaux qu'une formation sableuse, résistante, soutenue par d'innombrables rhizomes de roseaux ou de Nénuphars, dont l'émersion ne peut soulever aucune objection au point de vue de l'hygiène. C'est d'abord un sol silico-argileux, oxydé à la surface, légèrement teinté en gris dans la profondeur où il présente, à la trituration, une faible odeur vaseuse. A partir du ruisseau du Luizerat apparaissent des galets sur un sable résistant, salubre, qui se continue par une vaste plage mollassique rocheuse (commune de Novalaise) terminée par une zone de sable et galets avec rhizomes de roseaux (limite de la commune de Nances).

Abstraction faite de la plage mollassique de Novalaise, tout ce sol lacustre correspond comme composition à notre type B silico-argileux et sa composition moyenne est indiquée par l'analyse n° 4 de notre tableau, p. 40. C'est une formation dont la pauvreté en matières organiques et en gaz atteste la salubrité.

Au-dessus de l'étiage. — A la cote 375 les eaux envahissent une assez large bordure de prés bas ou de blachères située sous le village de Guiguet, dans laquelle nous n'avons observé aucun gîte à Moustiques ou à Anopheles. Nous ne voyons pas d'autre inconvénient à son inondation que la difficulté de l'exploitation de ses produits.

A partir du ruisseau de Saint-Alban jusqu'à l'extrémité Nord de la rive Ouest, le bord du lac se relève très rapidement au-dessus de l'étiage et n'a pas à souffrir de l'élévation de la cote jusqu'à 375.

Gites a Moustiques. — Près du premier chalet de M. Vadon, situé en face du Luizerat, se trouve un ancien port dont la communication avec les eaux du lac est insuffisante dès la cote 374. Lors d'une visite effectuée le 16 août, la cote étant de 374,07, il n'y avait plus que 0 m. 15 d'eau dans ce port et une riche végétation aquatique, éminemment propice au développement des Anopheles, l'avait envahi. Nous n'y avons cependant pas trouvé de larves de Moustiques lors de cette visite, mais nous avons la conviction que si la communication avec le lac était complètement interrompue pendant quelque temps elles y apparaîtraient rapidement, car il existe des gîtes à Anopheles tout près de là.

Bien que le fond de ce port ne soit ni vaseux ni putride (sol silico-argileux du type B), nous estimons que, en raison des conditions extrêmement favorables qu'il offre au développement des Anopheles, il y aurait lieu, pour éviter un gîte des plus suspects, ou de le combler ou de l'approfondir de façon à ce qu'il garde, aux basses eaux, large communication avec le lac.

Sur la même rive, plus au Nord, en face Jeanjoux, se trouve une seconde propriété de M. Vadon comportant, près d'un cha-

let, un port abandonné qui, à la cote 374,07, n'avait plus aucune communication avec le lac. Dans l'eau de ce port pullulaient les larves d'Anopheles le 16 août de la présente année. Dans le jardin de la même propriété, à une faible distance du lac et *au-dessus* de la cote 375, se trouve un bassin ombragé qui était également envahi par de très nombreuses larves d'Anopheles. Il y aurait grand intérêt, au point de vue de l'hygiène publique, à faire disparaître ces gîtes suspects, véritables foyers d'entretien de l'agent vecteur du Paludisme.

Rive Nord.

Au-dessous de l'étiage. — Du ruisseau de Bouvent au ruisseau du Terreau l'abaissement des eaux au-dessous de l'étiage et jusque vers la cote 373 découvre un sol silico-argileux jaunâtre assez résistant en raison des nombreux rhizomes de roseaux qu'il supporte. Par endroits se rencontrent, à la surface, des galets et cailloux roulés qui contribuent à lui donner encore plus de solidité. Les couches profondes sont également sablonneuses, mais teintées de gris par de la matière organique.

C'est ce même sable grisâtre, avec filons plus foncés, veines d'humus dues aux rhizomes enfouis et décomposés sur place, que l'on retrouve plus bas jusque vers la cote 372,50.

Voici sa composition d'après l'analyse d'un échantillon pris à la plage du Terreau :

Sable quartzeux et argile.....	82,69	pour 100 parties de matière sèche.
Carbonates.....	13,45	
Matières organiques.....	3,33	

Ce sol lacustre, pauvre en matière organique, ne dégage à l'air aucune odeur fétide, il est résistant et nous ne voyons là aucune cause d'insalubrité pouvant résulter de sa mise à l'air.

Immédiatement à l'Ouest de l'embouchure du petit ruisseau du Terreau nous avons constaté une petite zone vaseuse superficielle à la cote 374,20, due sans doute à l'accumulation et à la

décomposition de matériaux rejetés par le vent ou apportés par le ruisseau. Cette zone est très superficielle et ne dégageait aucune odeur lors de notre visite en août, par temps chaud. Cependant, comme elle a les caractères d'un dépôt légèrement putride, il serait utile et d'ailleurs facile de la faire disparaître par dragages.

Après le ruisseau du Terreau, en allant vers le Nord, se trouve un petit sinus à bords presque à pic comme le montre la succession rapide des courbes de niveau en ce point. L'abaissement des eaux jusqu'à la cote 373 et même 372,50 ne présente donc là aucune espèce d'inconvénient. Notons en passant que sur le bord Est de ce sinus, en face la branche Ouest de la Leysse, nous avons trouvé une zone de dépôt humique assez épaisse formée d'un sable noirâtre imprégné de sciure de bois décomposée. Ce sont là des matériaux charriés par la Leysse dans laquelle on doit déverser à tort les déchets de scieries situées plus haut sur son cours.

Bien que la mise à l'air de cette zone profonde doive se produire rarement et encore que les inconvénients hygiéniques de ce fait soient discutables, nous estimons qu'il serait préférable de s'abstenir de déverser la sciure dans ce cours d'eau, car, outre que cette pratique est nuisible au poisson, il arrivera par la suite des temps que la zone vaseuse ainsi constituée finira par combler le sinus avec formation et entretien de plages putrides.

En suivant la rive vers l'Est, nous ne trouvons plus, à partir de la pointe qui sépare les deux bras de la Leysse, qu'un sol résistant en pente rapide avec graviers et gros galets sur sable résistant.

Vient ensuite, en face la Verrière, un sol argilo-siliceux, sans odeur, légèrement teinté par de la matière organique provenant de la décomposition des Roseaux.

Plus loin la pente de la rive s'accentue et nous rencontrons, de l'étiage à la cote 373, un fond de sable ou de gravier résistant, avec par places de gros cailloux, qui se continue jusqu'à l'embouchure du Guâ. Signalons toutefois à la cote 374,30, c'est-à-

dire à peu près à l'étiage, à 100 mètres à l'Ouest de l'embouchure du Guâ, un petit sinus de quelques mètres de large, comblé par une vase putride noirâtre recouverte de limonite. C'est un apport d'un ruisselet du pré-marais qu'un petit drainage ferait facilement disparaître.

Le sol lacustre, dont la pente est faible au voisinage de l'embouchure du Guâ, se montre, à découvert, comme un sable humique rougeâtre et sans odeur à la surface, grisâtre et sub-vaseux légèrement odorant en profondeur, avec rhizomes de Nénuphars et de roseaux. Sa consistance est résistante dans la plupart des points et nous n'avons pas perçu d'odeur putride lors de sa mise à sec.

Au-dessus de l'étiage. — La zone qui mérite vraiment d'attirer l'attention de l'hygiéniste dans la partie Nord des rives du lac est le pré-marais situé entre la Leysse et le Guâ. C'est une terre basse largement submergée à la cote 375 et dans laquelle se trouvent des fossés irréguliers et des dépressions, la plupart sans communication directe avec le lac, véritables gîtes à Anopheles donnant à cette région le caractère d'un pays palustre. Ces gîtes sont normalement alimentés par des eaux provenant du sous-sol ou de ruisselets superficiels.

Nous insistons sur ce point qu'ils existaient tous en régime naturel du lac et qu'il s'en trouve d'autres situés le long du Guâ et dans le voisinage du village de Bellemin, au-dessus de la cote 375 et bien au-dessus de la limite des plus hautes eaux du lac.

Nous n'avons à nous occuper ici que de ceux compris entre l'étiage et la cote 375 et qui pourraient être étendus et entretenus par des oscillations du plan d'eau au voisinage de cette cote. Ce ne sont pas du reste les plus nombreux, mais ce sont aussi ceux au sujet desquels il est permis d'espérer une amélioration.

Le premier que l'on rencontre est un ruisselet irrégulier situé à environ égale distance de l'embouchure de la Leysse et du Guâ, dans la blachère. Sa correction et régularisation de pente devront faire disparaître les nombreux gîtes qu'il recèle.

Le second est une sorte de dépression sinueuse à fond très vaseux recouvert de plantes palustres, Menthes et Prêles, etc., et représentant sans doute un ancien lit de ruisseau comblé par les apports et les détritus végétaux. Pour celui-là, un comblement avec des matériaux résistants de dragages serait peut-être réalisable.

Trois autres gîtes sont échelonnés le long de la rive droite du Guâ, entre l'embouchure et la limite de la cote 375; ils semblent entretenus par des sources de fond et il serait possible de les améliorer en établissant une communication très directe entre eux et le ruisseau qui est tout proche.

Puits du village de Bellemin.

Le village de Bellemin est alimenté par des puits peu profonds dont, pour la plupart sinon pour tous, le fond est à une cote supérieure à la limite des plus hautes eaux du lac.

On a cependant, dans les doléances, émis l'opinion que les oscillations du plan d'eau du lac au voisinage de la cote 375 pourraient contaminer ces puits. Nous avons déjà discuté cette conséquence dans la partie générale de ce travail et ne pouvons que développer ici nos précédentes conclusions.

Si réellement tous ces puits ont leur fond au-dessus de la cote 375, la question ne se pose même pas. Si quelques-uns, plus profonds, atteignent cette cote, nous ne concevons pas davantage comment les eaux du lac, en admettant qu'elles soient contaminantes (les analyses bactériologiques du Dr Bonjean, auxquelles nous nous référons ici et qui portent sur cinq échantillons d'eau du lac, signalent seulement la présence de *B. coli* dans deux d'entre eux), pourraient y refluer, étant données la grande distance du lac (800 mètres) et l'absence de toute communication directe entre ses eaux et les puits. Admettrait-on une communication indirecte par imprégnation du sol tourbeux, que, pour une telle distance, la nature filtrante du sol suffirait à elle seule à assurer l'épuration de l'eau.

Mais, à notre avis, cette supposition n'est même pas à sou-

lever. Notons ici que certains de ces puits, probablement en relation avec des fosses à purin ou autres cloaques, ont normalement une eau défectueuse et non potable (renseignements fournis par M. le Maire de Nances).

Il est possible qu'on ait observé des variations de niveau des puits plus ou moins concordantes avec celles du lac, mais ceci n'implique pas une relation immédiate entre lac et puits et peut s'expliquer par des variations de niveau de la nappe phréatique en rapport avec les précipitations atmosphériques qui retentissent de la même façon sur le niveau du lac.

Rive Est.

Au-dessus et au-dessous de l'étiage. — Les oscillations du lac en régime industriel ne soulèvent, à notre avis, aucune question relative à l'hygiène en ce qui concerne la rive Est telle que nous l'avons définie, c'est-à-dire du Guâ au Port d'Aiguebelette. Située au pied des escarpements de la montagne de l'Epine, ses bords plongent en pente rapide dans les eaux du lac et, comme le montre la carte des courbes de niveau, un abaissement même considérable du plan des eaux ne découvre qu'une portion infime d'un sol lacustre de caractère essentiellement salubre. Du Guâ au petit golfe de la Combe, ce sol, au-dessus et au-dessous de l'étiage, dans les limites de variation de niveau, est un éboulis de cailloux calcaires dont la mise à nu ou le recouvrement ne présentent aucun inconvénient concernant l'hygiène.

Au petit golfe de la Combe, la pente des bords s'adoucit, les cailloux sont remplacés par un sable blanc grisâtre très résistant, salubre jusqu'à la cote 373 et même au-dessous. A l'embouchure du frais ruisseau de la Combe, même fond de sable résistant avec addition d'éléments marneux un peu teinté par les apports organiques du ruisseau. L'émersion de cette zone ne présente donc aucune espèce d'inconvénient. Il en est de même du recouvrement de l'insignifiante bordure littorale de prairie à la cote 375.

Le reste de la rive, du cap de la Combe au Port, présente le même caractère salubre sur toute sa longueur : c'est d'abord de la mollasse pure solide, puis un sol sableux résistant avec galets, passant au gravier et au sable mollassique, plus fin vers la cote 373.

En résumé, l'émersion et l'immersion de la rive Est du lac dans les limites imposées par le régime industriel ne prêtent à aucune discussion relative à l'hygiène en raison même de la pente rapide et de la nature du sol littoral.

Rive Sud.

Nous distinguerons dans la rive Sud : 1° le Port d'Aiguebelette ; 2° la rive qui s'étend du Port d'Aiguebelette à la limite Ouest de cette commune ; 3° la rive de la commune de Lépin jusqu'au Tiers.

1° Port d'Aiguebelette.

Le Port d'Aiguebelette est une agglomération de quelques habitations sur sol salubre, sec, avec plage sableuse solide où s'amarrent les bateaux. Au Nord un petit ruisseau temporaire sur fond de cailloux et de rochers est utilisé lorsque son cours le permet pour l'évacuation au lac des déchets ménagers. Pas de fond vaseux à son embouchure. Immédiatement au Sud de cette agglomération, dans une prairie, se trouve une source froide permanente (13° le 11 juillet, la température du lac était alors de 26°) donnant naissance à un court ruisselet limpide sans aucun gîte à Moustiques et venant se déverser au lac en se perdant dans le sable de la plage. A ce point nous avons constaté, le 11 juillet, une accumulation de Conferves (*Spirogyra*) qui en se décomposant sur le sol donnait une mince couche de vase dégageant un peu d'odeur putride, mais seulement en la remuant. Il sera facile de faire disparaître cette formation, qui n'est d'ailleurs que temporaire, en rectifiant le débouché de ce ruisseau dans le lac.

2° Du Port d'Aiguebelette à la limite de la commune (soit au ruisseau d'Aiguebelette).

Au-dessous de l'étiage. — Toute cette rive est basse et consiste en marais ou blachères avec ruisseaux de drainage.

Le sol lacustre, jusqu'à la cote inférieure qui nous intéresse, est silico-argileux (type B de notre classification). Tapissé de rhizomes de roseaux et de Nénuphars, il est assez résistant et plus ou moins riche en produits organiques selon les points considérés.

Les points où ce fond présente un caractère vaseux sont ceux qui correspondent à l'embouchure de ruisselets de drainage dont deux d'entre eux servent également à entraîner vers le lac les eaux résiduaires d'habitations situées plus haut. Nous avons ainsi, de la cote 374,30 à la cote 374, un premier atterrissement vaseux en face le garage Durand, à l'embouchure d'un double ruisselet en relation avec le ruisseau dit du Tunnel.

Les éléments organiques charriés par le ruisseau ont imprégné peu à peu le fond silico-argileux normal dont la surface prend, sur une épaisseur de 2 centimètres environ, une teinte jaunâtre due au peroxyde de fer, tandis que plus profondément, sur une épaisseur de 0 m. 15 à 0 m. 20, le sable légèrement putride est gris noirâtre à cause de la réduction au minimum des composés de fer due à la régression des matières organiques. La composition du sol de cette plage est donnée dans l'analyse n° 5 de notre tableau.

Même observation à faire au garage Périer où aboutit un ruisselet recevant des déchets ménagers. Ici la couche est plus épaisse (0 m. 50 au moins), plus calcaire, plus riche encore en matières organiques (analyse n° 6 de notre tableau) et s'étend en diminuant progressivement d'épaisseur jusqu'à 30 mètres environ vers le large, soit vers la cote 373,85 où le fond normal silico-argileux pur se montre à nu.

Ces deux formations vaseuses qu'il y aurait intérêt à voir dis-

paraître en raison du caractère putride de leur couche profonde sont provoquées et entretenues par les apports résiduaires des ruisselets. La rectification et l'aménagement de ceux-ci, ainsi que nous le proposons plus loin, apporteraient certainement une importante amélioration.

Notons enfin à l'embouchure du ruisseau d'Aiguebelette, de la cote 374 à la cote 373,50, un dépôt tourbeux produit par l'entraînement des débris du sol à Carex qui borde les rives basses de ce ruisseau aux eaux limpides et pures. Cette formation de couleur foncée et de consistance molle est sans aucune odeur. Elle n'a aucun caractère d'insalubrité.

Au-dessus de l'étiage. — Les bords du lac dans cette zone sont bas et constitués par des prés-marais dans lesquels l'eau pénètre assez loin à la cote 375, ainsi que le montre la carte.

Dans ces prés-marais se trouvent quelques dépressions qui, avec les fossés ou ruisseaux de drainage, constituent des gîtes à Moustiques et à Anopheles. A savoir : deux gîtes, l'un à Moustiques communs, l'autre à Anopheles, au voisinage de l'embouchure du ruisseau aboutissant au garage Durand. Plusieurs gîtes à Moustiques communs dans les dépressions situées à l'Est du garage Périer, un long gîte à Anopheles tout le long du ruisseau du garage Périer et surtout dans la partie haute située bien au-dessus de la cote 375.

Tous ces gîtes étaient réalisés en régime naturel. Cependant des oscillations du plan d'eau au voisinage de la cote 375 et pendant les mois chauds sont susceptibles de leur donner de l'extension. Aussi nous estimons qu'il y aurait lieu d'améliorer cette zone à ce point de vue par de nouveaux drainages, par la rectification des ruisseaux et le comblement des petites cuvettes qui pourrait se faire, par exemple, au moyen de matériaux empruntés aux zones d'apport signalées ci-dessus.

La rectification des ruisseaux et leur correction de pente auront aussi pour résultat d'atténuer la formation des dépôts vaseux signalés plus haut et d'éviter à leur embouchure, à la cote

d'étiage, des dépôts putrides de caractère insalubre, sortes de petits cloaques très localisés tels qu'on en voyait, en régime naturel, aux deux garages précités.

Nous avons signalé ces points suspects à la Société hydro-électrique dès notre première exploration du lac; aujourd'hui les cloaques des deux garages sont comblés et le dévasement des ruisselets à leur embouchure est en voie d'accomplissement.

3° Rive de la commune de Lépin.

Au-dessous de l'étiage. — Du ruisseau d'Aiguebelette jusqu'au delà du ruisseau de la Tuilerie, les basses eaux découvrent une plage de sol silico-argileux clair salubre, recouvert de nombreux roseaux. A 200 mètres environ à l'Est du ruisseau de la Tuilerie, vers le port de Lépin, le sol littoral du type silico-calcaire devient, à partir de la cote 374, franchement vaseux, quoique relativement pauvre en matières organiques. (V. la composition au n° 3 de notre tableau d'analyse.)

A la cote 373,60, nous avons pu constater la mise à l'air de 3 mètres de plage molle, instable, se prolongeant encore environ 5 mètres sous l'eau pour faire place plus profondément à un sable coquillier.

Cette bordure vaseuse s'étend sur une longueur d'environ 200 mètres et se termine à une faible distance à l'Est du petit sinus où est établi le port et l'échelle de Lépin.

Par sa nature, sa consistance et sa grande épaisseur (plus d'un mètre), elle constitue sur toute son étendue une difficulté d'accès au lac, mais sa composition et l'absence d'odeur putride ne la rendent pas suspecte au point de vue de l'hygiène.

Le rivage lacustre de la commune de Lépin offre deux ruisseaux. Le ruisseau de la Tuilerie, à fond de sable et de cailloux, qui donne naissance à son arrivée dans le lac à un cône de déjection sablonneux, très meuble, humique dans la profondeur et riche en formène dont la présence est révélée à sa surface par de nombreux cratères de dégagement. La présence de ce gaz, d'ailleurs extrêmement répandu dans toutes les formations allu-

viales et les fonds meubles du lac, ne peut constituer un argument au point de vue de l'insalubrité de ces terrains. Ce gaz, qui résulte de la décomposition des matières végétales entraînées ou sur place, n'est pas toxique et sa très faible densité le fait disparaître immédiatement dès qu'il arrive au contact de l'air.

Le deuxième ruisseau est le ruisseau du Bourg, ruisseau à eau limpide et fond de gravier dont le cône de déjection dans le lac, formé de sable, gravier et petits galets, ne prête à aucune considération spéciale concernant l'hygiène. Il en est de même du sol lacustre émergeable compris entre ce ruisseau et le Tiers et qui est constitué par un sable marneux compact et résistant, à rhizomes de roseaux et de Nénuphars.

Au-dessus de l'étiage. — L'élévation des eaux au-dessus de l'étiage jusqu'à la cote 375, sur la rive de la commune de Lépin, recouvre une longue et étroite bordure de prés ou de blachères dans laquelle nous n'avons trouvé aucun gîte à Moustiques depuis la limite Est de la commune jusqu'au Tiers.

Les Iles.

Le lac possède deux îles rapprochées situées dans sa partie Sud :

La Grande Ile (commune de Lépin) et la Petite Ile (commune de Saint-Alban).

Au-dessous de l'étiage. — *Grande Ile.* — Sur les rives Est et Nord-Est, qui sont en pente très douce, on observe un fond salubre clair, successivement constitué, en allant de la cote 374 à la cote 372,50, par un sable grossier, grisâtre, avec cailloux épars, puis par un sable blanc résistant, très fin. Sur la rive Sud de la Grande Ile, le sol lacustre est en pente rapide et n'est que faiblement découvert même par une forte baisse des eaux, il montre néanmoins une bordure vaseuse du même type que celle de Lépin entre les cotes 374,20 et 373,50. Nous retrouvons cette formation, plus riche encore en matières organiques (rhizomes

décomposés sur place), à la pointe Ouest et Nord-Ouest où se découvre une grande plage dès la cote 373,50. Ces plages vaseuses rendent aux basses eaux l'accès de l'île difficile; mais la Société a maintenant installé au point de débarquement un appontement solide qui se prolonge dans le lac et donne ainsi toute facilité pour accéder à l'île. Malgré son aspect et sa richesse en matières organiques, cette vase n'est pas putride comme l'a déjà fait remarquer M. Bonjean. L'étude microscopique des éléments qui la constituent nous a montré que la matière organique qu'elle renferme en grande quantité provient de la régression sur place, sous l'eau et dans le sol argilo-siliceux, d'innombrables rhizomes de roseaux (Phragmites), régression qui s'effectue sans putréfaction. Nous ne pouvons donc pas considérer comme insalubre la mise à découvert de cette zone et à plus forte raison des autres plages qui entourent le reste de la Grande Ile.

Petite Ile. — Les mêmes considérations s'appliquent aux plages découvertes de la Petite Ile : silico-calcaires et pures au Nord et à l'Est, vaseuses et plus riches en matières organiques à l'Ouest et au Sud.

Au-dessus de l'étiage. — Le sol de ces deux îles est bas et en grande partie recouvert à la cote 375. La végétation inondable est constituée par de la Blache (Carex) sur un sol tourbeux humide et présentant, par places, dans la Grande Ile, quelques dépressions susceptibles de former des cuvettes au retrait des eaux et qu'il serait utile de faire disparaître. La plus importante de celles-ci est constituée par une sorte de canal fangeux au voisinage de la rive Ouest et à direction Sud Nord-Ouest. Obstrué en grande partie par la végétation aquatique, il conserve des eaux stagnantes dès que le niveau du lac baisse au-dessous de l'étiage et forme ainsi un important gîte à Moustiques. C'est là que nous avons trouvé les premières larves d'Anopheles, le 16 mai de cette année. Nous nous sommes empressé de signaler à la Société les inconvénients de ce fossé au point de vue de la multiplication des Moustiques suspects. Il serait, croyons-nous, facile de le combler.

Rives du Tiers.

Les rives du Tiers, du lac à la prise d'eau de l'usine, sont basses, marécageuses et constituées en grande partie par des blachères.

La rive gauche (commune de Lépin), qui était autrefois parsemée de dépressions formant de nombreux gîtes à Moustiques, est aujourd'hui en voie de parfait assainissement à la suite de remblais effectués par la Société hydro-électrique sur ses parties basses, avec les produits de dragage du Tiers. Ces produits, qui sont surtout riches en calcaires et ne possèdent nullement, quoi qu'on en ait dit, un caractère putride (leur faible teneur en matière organique suffit pour le prouver), peuvent être, à notre avis, répandus sur les terrains riverains pour lesquels ils constituent un excellent amendement, sans aucune espèce d'inconvénient au point de vue de l'hygiène.

C'est ce qui a été fait sur certains points des rives qui, ainsi exhaussées, ont perdu leur caractère marécageux, sont devenues cultivables et incontestablement assainies. Voici du reste la composition des vases de dragage du Tiers d'après l'analyse de M. Dodero :

Vase du Tiers (*dragages effectués en face de la gare de Lépin*) :

Carbonates de chaux et de magnésie.	81,78	pour 100 grammes de vase sèche.
Sable quartzeux et argile.....	16,02	
Matières organiques.....	2,12	
Pertes et éléments non dosés.....	0,08	

Dans les parties restées basses, on a effectué des drainages à pente régulière entraînant les eaux de stagnation vers le Tiers et on peut affirmer que cette rive gauche présente aujourd'hui, par rapport à son état antérieur, une réelle amélioration économique et hygiénique.

La rive droite présente une bande de terrains submersibles

plus étroite, blachères ou prés bas, dans lesquels circulent quelques fossés de drainages ou ruisselets naturels aboutissant au Tiers. Nous n'avons pas trouvé de gîtes à Anopheles dans cette partie, mais il est possible qu'il s'en forme, après de hautes eaux d'été, dans les petites dépressions ou les bas-fonds des ruisseaux. S'il en était ainsi, la correction desdits ruisseaux et quelques drainages raisonnés dans les points suspects suffiraient pour les faire disparaître.

	PE C O-CALCAIRES.	
	7 st, extrémité plage vaseuse Guiguet, -ALBAN.	8 Rive Ouest, plage vaseuse du Guiguet, débarcadère Martin, SAINT-ALBAN.
du prélèvement	oût 1912	6 août 1912
du point de prélèvement	73,80	373,00
eur de la vase humide. Intensité = blanc, X = noir)	ris neutre)	VIII (noir rougeâtre)
eur de la vase fortement calcinée	rès clair	gris clair
r de la vase fraîche et humide	r faible désagréable	odeur de marais très faible
me, en centimètres cubes, de gaz d rmène) dégagé, par la vase humide main du jour de la prise au 13 lume rapporté à 100 gr. de vase sè	86cc	441cc
s, en grammes, d'oxygène emprunté nganate de potasse par la vase h demain du prélèvement. Poids ra gr. de vase sèche	9gr,07	16gr,36
res organiques	12,91	23,45
e quartzeux argile. — Silice combinée e quartzeux	47,02	57,73
e quartzeux argile. — Alumine	4,08	3,70
e quartzeux argile. — Oxyde de fer	2,19	2,81
rbonates e chaux magnésie. — Acide carbonique	14,62	5,26
rbonates e chaux magnésie. — Chaux	18,18	6,68
rbonates e chaux magnésie. — Magnésie	0,29	Traces
s et éléments non dosés	0,71	0,37
TOTAUX	100,00	100,00

octobre 1912.

RO.

ANALYSE DE HUIT ÉCHANTILLONS DE VASES PROVENANT DU LAC D'AIGUEBELETTE.

	TYPE A VASES CALCAIRES.		TYPE B VASES SILICO-ARGILEUSES.			TYPE C VASES SILICO-CALCAIRES.		
	1 Vase du Tiers en face la gare de LÉPIN.	2 Rive Ouest, à 50 mètres au Sud du garage Delmas, SAINT-ALBAN.	3 Rive Sud, à 100 mètres à l'Est du port de LÉPIN.	4 Rive Nord, plage du Terreau, NANCES.	5 Rive Sud, en face le garage Durand, AIGUEBELETTE.	6 Rive Sud, en face le garage Perier, AIGUEBELETTE.	7 Rive Ouest, extrémité Nord de la plage vaseuse du Guiguet, SAINT-ALBAN.	8 Rive Ouest, plage vaseuse du Guiguet, débarcadère Martin, SAINT-ALBAN.
Date du prélèvement	20 août 1912	6 août 1912	6 août 1912	6 août 1912	6 août 1912	6 août 1912	23 août 1912	6 août 1912
Cote du point de prélèvement	373,70	372,80	373,30	373,82	374,10	374,10	373,80	373,00
Couleur de la vase humide. Intensité de O à X (O = blanc, X = noir)	II (gris neutre)	I (jaunâtre)	VII (gris rougeâtre)	VI (gris neutre)	IX (noir bleu)	VII (gris neutre)	VII (gris neutre)	VIII (noir rougeâtre)
Couleur de la vase fortement calcinée	blanc jaunâtre	blanc	rouge brique	gris	rouge brique	rouge brique clair	gris très clair	gris clair
Odeur de la vase fraîche et humide	inodore	inodore	odeur de marais faible et non désagréable	odeur de marais faible	odeur fétide	odeur faiblement fétide	odeur faible et non désagréable	odeur de marais très faible
Volume, en centimètres cubes, de gaz des marais (formène) dégagé, par la vase humide, du lendemain du jour de la prise au 13 octobre. Volume rapporté à 100 gr. de vase sèche	2cc	22cc	45cc	75cc	91cc	161cc	86cc	441cc
Poids, en grammes, d'oxygène emprunté au permanganate de potasse par la vase humide, le lendemain du prélèvement. Poids rapporté à 100 gr. de vase sèche	2gr,54	2gr,55	1gr,49	1gr,44	0gr,73	5gr,35	9gr,07	16gr,36

ANALYSE QUANTITATIVE CENTÉSIMALE : 100 PARTIES DE VASE SÈCHE CONTIENNENT

Matières organiques	2,12	3,58	2,18	3,33	0,80	8,35	12,91	23,45
Sable quartzeux et argile. — Silice combinée et sable quartzeux	13,08	5,72	90,14	79,79	93,85	52,84	47,02	57,73
Sable quartzeux et argile. — Alumine	2,19	0,79	0,96	1,64	0,32	1,25	4,08	3,70
Sable quartzeux et argile. — Oxyde de fer	0,75	0,18	0,89	1,26	0,44	0,76	2,19	2,81
Carbonates de chaux et de magnésie. — Acide carbonique	36,06	39,27	2,19	5,96	1,66	15,91	14,62	5,26
Carbonates de chaux et de magnésie. — Chaux	45,33	49,38	2,78	7,28	2,11	19,56	18,18	6,68
Carbonates de chaux et de magnésie. — Magnésie	0,39	0,42	Traces	0,21	Traces	0,48	0,29	Traces
Pertes et éléments non dosés	0,08	0,66	0,86	0,53	0,82	0,85	0,71	0,37
TOTAUX	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Grenoble, le 19 octobre 1912.
G. DODERO.

TROISIÈME PARTIE

Économie piscicole

LE RÉGIME INDUSTRIEL ET L'ÉCONOMIE PISCICOLE

Le lac d'Aiguebelette, propriété privée, est suffisamment poissonneux pour que la Société de pêche du lac (Société indépendante de la Société hydro-électrique), qui afferme tous droits de pêche aux deux propriétaires du lac, et tous ceux qui s'intéressent à l'économie piscicole du pays se préoccupent du retentissement du régime industriel sur son rendement.

Nous n'avons pas à considérer ici la question du mode d'exploitation piscicole qui est évidemment laissé au choix des propriétaires, lesquels ont tout intérêt à adopter celui qui fournit le meilleur et le plus durable rendement; mais nous avons à rechercher, dans l'intérêt général, si et comment le régime industriel est susceptible de porter atteinte à ce rendement et de quelle façon on devra y remédier.

Troubles apportés dans la reproduction du poisson par les variations de niveau du lac.

Les poissons dont la multiplication peut avoir à souffrir des variations de niveau du lac et plus spécialement d'un abaissement du plan d'eau sont ceux qui déposent leurs œufs adhérents sur les berges ou les plantes, à quelques centimètres au-dessous de la surface des eaux. Un brusque abaissement du niveau les met à sec; ils ne tardent pas à périr et à se décomposer. Ce sont les Cyprinides : Gardons, Brèmes, Carpes, dont la période de fraie s'étend environ du 15 mai au 15 juin. Leurs

œufs sont généralement déposés sur des plantes aquatiques qui suivent, dans une certaine mesure, le niveau de l'eau, mais lorsqu'ils sont déposés sur les bords mêmes du lac, rives, racines ou pierres, ils ne peuvent plus suivre l'abaissement des eaux (cas surtout des œufs de Gardon) et sont voués à la destruction.

Mesures a prendre. — Nous avons observé que le dépôt des innombrables œufs de Gardon (*Leusciscus*) s'effectuait toujours dans un délai très court. L'éclosion est également rapide (8 à 10 jours à la température de 20° qui était celle du lac le jour où nous avons observé les pontes). Il suffirait donc d'éviter pendant ces quelques jours un abaissement trop brusque du plan d'eau pour sauver d'innombrables alevins. Cette mesure est certainement la meilleure, mais peut-être ne serait-elle pas toujours conciliable avec les intérêts de l'industrie qui peut, pour des raisons urgentes, se trouver dans la nécessité d'utiliser beaucoup d'eau précisément à cette époque.

Dans cette éventualité, on devra s'attacher à établir sur tout le pourtour du lac des frayères artificielles flottantes, c'est-à-dire pouvant suivre les oscillations du plan d'eau. Ces frayères sont d'ailleurs visitées par ces poissons, ainsi que l'expérience nous l'a démontré. Les œufs déposés sur celles-ci échappent sûrement à la destruction et le repeuplement du lac en Cyprinides ne subira plus qu'un faible dommage en cas d'abaissement brusque des eaux.

Les mêmes considérations peuvent s'appliquer aux Carpes et Brèmes qui fraient à la même époque.

La reproduction du Brochet qui fraie beaucoup plus tôt, en février, mars, sur les herbes submergées et dans les ruisselets affluents, aura vraisemblablement moins à souffrir de l'industrialisation du lac.

La puissance de multiplication de ce poisson est d'ailleurs si intense qu'il est permis de penser que son rendement ne serait guère affecté par la suppression de quelques frayères naturelles, quantité de jeunes sujets étant normalement dévorés par

les gros. On pourra du reste également établir pour le Brochet des frayères artificielles et même faire de la fécondation artificielle qui, dans une expérience tentée cette année, a déjà donné des résultats très encourageants.

Un poisson de choix fort important au point de vue économique pour le lac d'Aiguebelette est le Lavaret, aujourd'hui parfaitement acclimaté dans ses eaux et qui s'y pêche en quantité assez considérable.

Le Lavaret est un Salmonide qui, au lac d'Aiguebelette, fraie en fin novembre et décembre sur les cailloutis submergés du pied de la montagne. Par la position de ses œufs non adhérents, et étant donnée l'époque de la fraie, il y a bien peu de chance pour que la reproduction de ce poisson ait à souffrir des variations de niveau du lac imposées par le régime industriel.

Repeuplement artificiel.

Il existait déjà à Aiguebelette, depuis quinze ans, un petit Laboratoire d'éclosion pour les œufs de Lavaret, cité dans tous les traités classiques et qui a certainement contribué puissamment à la multiplication de cette excellente espèce dans les eaux du lac. Par les soins de la Société de pêche du lac, ce Laboratoire a été agrandi et perfectionné et cette année 7 à 800.000 alevins de Lavaret, éclos dans 96 batteries de Zug, ont été dispersés dans le lac.

De plus, 20.000 œufs de Truite indigène et plusieurs milliers d'œufs de Truite arc-en-ciel et d'Omble-Chevalier y ont été mis en incubation et ont fourni de superbes alevins que nous avons vus gagner le lac. Nous avons la ferme conviction que, avec son nouvel outillage, le Laboratoire peut accroître considérablement la production du lac en Salmonides, c'est-à-dire en poissons de choix. Les premières expériences tentées ont montré que la Truite arc-en-ciel y prospérait de même que la Truite indigène. La Société devra donc s'attacher à déverser chaque année de nombreux alevins de ces deux espèces. En outre, nous

insistons tout particulièrement pour qu'elle élève le plus grand nombre possible d'alevins d'Omble-Chevalier. Nous sommes convaincu que cette espèce est susceptible de s'acclimater dans le lac en raison des qualités physiques et biologiques de ses eaux.

C'est un poisson fort recherché qui constituera certainement un élément fort important par la suite dans la production piscicole du lac; mais, pour que son rendement soit florissant, il est nécessaire, ainsi que l'expérience nous l'a démontré pour d'autres lacs, d'effectuer des lancements d'alevins pendant plusieurs années consécutives.

La Société est aujourd'hui en mesure de faire ces essais et a décidé, sur nos conseils, de les entreprendre. Nous sommes convaincu d'avance de leur réussite.

Entraînement de poissons par le canal d'amenée. — Il n'est pas impossible qu'un certain nombre de jeunes alevins de Cyprinides nés dans l'émissaire même soient entraînés par le courant dans la conduite d'eau de l'usine après avoir traversé les grilles.

Ce cas n'intéresse guère que le Gardon blanc, très commun dans le lac et qui vient frayer en mai jusque sur les rives du canal.

Le nombre de jeunes sujets entraînés doit être peu considérable, car, normalement, ils résistent au courant et remontent vers le lac. Le lac est, d'autre part, le siège d'une reproduction si intense de ce poisson, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en voyant les innombrables frayères qui tapissent ses bords, que les quelques sujets qui, provenant du Tiers, sont susceptibles de se laisser entraîner ne représentent, à notre avis, qu'une quantité négligeable.

Il faut en outre faire la part des sujets malades ou morts d'épidémie qui sont entraînés passivement par le courant et débarrassent fort à propos le lac de leurs germes infectieux.

S'il était démontré par la suite que le nombre des alevins sains

entraînés mérite d'être pris en considération, on essaierait d'établir, d'après nos indications, à l'origine de l'émissaire, un ouvrage en grillage, bordé du côté du large de frayères flottantes et disposé de façon à ce que les reproducteurs qui suivent les rives du lac au moment de la fraie s'y arrêtent pour déposer leurs œufs avant de gagner le canal.

CONCLUSIONS

L'utilisation des eaux du lac d'Aiguebelette comme force motrice industrielle (usine de la Société hydro-électrique de La Bridoire) établit pour ce lac un régime de niveau des eaux qui diffère du régime naturel par des oscillations plus fréquentes et de plus grande amplitude.

Il en résulte : 1° que, à des époques irrégulières, mais surtout en été, les terrains qui bordent le lac depuis l'étiage jusque vers la cote 374,80 (exceptionnellement 375) peuvent être alternativement recouverts et découverts; 2° que, à des époques également irrégulières, mais surtout en hiver, le sol lacustre au-dessous de l'étiage jusque vers la cote 373 (exceptionnellement 372,50) peut être alternativement découvert et recouvert.

Hygiène.

En nous plaçant strictement au point de vue de l'hygiène, ce régime « industriel » du lac soulève les considérations suivantes :

1° Elévation et oscillations du niveau des eaux au-dessus de l'étiage.

a) L'élévation du niveau des eaux au-dessus de l'étiage et ses oscillations dans cette zone peuvent avoir pour conséquence la formation et l'entretien, en certains points, de flaques d'eau, mares ou cuvettes, constituant des gîtes à Moustiques déjà réalisés d'ailleurs en régime naturel à la suite des hautes eaux. (Prés-marais situés sous Aiguebelette entre le ruisseau du tunnel et le

ruisseau d'Aiguebelette, sur les bords du Tiers au voisinage du lac, ports abandonnés des deux villas Vadon, prés-marais au Sud de Nances.)

Tous ces points, que nous signalons en détail dans notre rapport, sont situés au-dessous de la cote 374,90, ce qui montre que ces « gîtes à Moustiques » *étaient également réalisés en régime naturel.*

Malgré cela, nous estimons qu'il est possible et qu'il y a lieu de s'attacher à faire disparaître ces gîtes par des travaux de drainage ou de comblement.

C'est qu'en effet, dans certains de ces gîtes naturels, nous avons trouvé non seulement le Moustique commun (Culex), mais aussi l'Anopheles qui, comme on le sait, est susceptible de véhiculer le Paludisme.

Bien que l'Anopheles existe d'ailleurs dans le pays en des gîtes situés bien au-dessus de la cote 375 et certainement sans aucune relation avec les eaux du lac, bien qu'il n'y ait pas de Paludisme endémique dans la région (aucun des Anopheles capturés par nous ne s'est montré infesté), nous estimons néanmoins qu'il y a lieu de s'attacher à détruire les gîtes susceptibles d'être étendus par les oscillations du plan d'eau du lac. C'est une mesure de salubrité publique qu'il eût été également désirable de voir réaliser, même si le lac n'avait pas changé de régime, car il paraît que les gens du pays vont travailler dans les Dombes, région paludéenne, et sont ainsi susceptibles, dans le cas où ils y contracteraient le Paludisme, de l'importer ici où se rencontre l'agent vecteur.

b) Nous ne pensons pas, en accord avec M. Bonjean, que l'inondation prolongée des blachères qui, au retrait des eaux, provoque la formation d'un dépôt blanchâtre sur les Carex, ait un inconvénient quelconque au point de vue de l'hygiène. Notons que ce phénomène se produisait également en régime naturel. Ce dépôt, que nous avons étudié, est formé de fines particules minérales, de limon argileux desséché avec des carapaces de Diatomées et de fins filaments d'algues (*Zygnema*),

tous éléments inoffensifs. Mis en culture, il ne nous a révélé la présence d'aucune bactérie pathogène ou suspecte.

c) En ce qui concerne la possibilité d'un refoulement des eaux du lac dans certains puits du village de Bellemin (dont quelques-uns fournissent normalement une eau suspecte), nous avons noté que le fond de la plupart d'entre eux est à une cote supérieure à 375. Ce fond serait-il même à cette cote et au-dessous que, à notre avis, une communication directe entre les eaux du lac et les puits qui sont situés à une très grande distance est inadmissible. Il n'y a donc pas à redouter, étant donnée surtout la nature filtrante du sol tourbeux, qu'une élévation du niveau du lac puisse avoir pour résultat de contaminer ces eaux, si tant est que les eaux du lac soient contaminantes.

2° Abaissement et oscillation du niveau des eaux au-dessous de l'étiage.

d) L'émersion du sol lacustre au-dessous de l'étiage, avec oscillation du niveau des eaux, met à nu un terrain normalement inondé dont la nature varie suivant les régions.

En beaucoup de points, c'est un sol résistant, formé soit de cailloux d'éboulis, de gravier, de mollasse pure ou de sable marneux (rive Est au Nord du port d'Aiguebelette, rive Nord et rive Ouest du ruisseau de Luizerat à la Leysse), dont l'émersion ne présente aucun inconvénient au point de vue de l'hygiène.

Sur le bord Sud et Ouest des îles, c'est un sol sableux ou marneux plus mou, avec rhizomes de roseaux en voie de décomposition donnant, par places, un caractère vaseux gênant pour la marche, mais, à notre avis, sans inconvénient au point de vue de la salubrité publique.

Sous Aiguebelette, les basses eaux découvrent un sable humique, jaunâtre à la surface, qui est légèrement vaseux sous une faible profondeur, avec rhizomes de roseaux et de Nénuphars. Sa mise à l'air constitue un désagrément pour les abords du lac en ces points, mais ne constitue pas, à notre avis, un état d'insalubrité.

Il en est de même pour une assez large zone vaseuse, formée d'une marne molle grisâtre, assez riche en matière organique et mêlée de fins éléments siliceux, qui se découvre sous Lépin (rive Sud) et surtout en face le village de Guiguet (rive Ouest) sur une assez grande longueur (3 à 400 mètres). L'épaisseur de cette couche vaseuse est considérable (plus d'un mètre en certains endroits), ce qui constitue évidemment une grave incommodité lorsqu'elle est à découvert, mais non un état nocif, à notre avis, en raison de sa composition et de la nature des gaz auxquels elle donne naissance.

e) Il faut aussi noter qu'en certains points très localisés, garages ou embouchures de certains ruisselets, s'accumulent des débris végétaux et des déchets ménagers provenant des habitations et qu'ainsi se sont constitués, *en régime naturel,* par la décomposition de ces matériaux, de petits cloaques de vase noire putride dont l'agitation par les vagues ou toute autre cause peut faire dégager une odeur désagréable. C'est là une nuisance qui a dû exister de tout temps, mais qui pouvait être exagérée par le régime industriel. Deux points principaux où ces conditions étaient réalisées, sous le village d'Aiguebelette, à l'emplacement de vieux garages, sont disparus aujourd'hui à la suite de travaux de drainage. Les autres seraient de même, faciles à améliorer.

f) Des dépôts plus ou moins putrides peuvent également se former par la même cause, au fond de certains garages de la rive Ouest, ouverts aux vents du large qui y refoulent les débris flottants et dont le fond ne présente pas de pente régulière vers le lac, pour l'écoulement aux basses eaux. Un curage et une inclinaison suffisante du fond de ces ouvrages vers le lac feront disparaître ces inconvénients.

g) Au-dessous de ces divers types de plage que nous venons d'énumérer, soit entre la cote 373 et 372,50, les sondages nous ont donné, en beaucoup de points, un sol silico-calcaire clair, assez riche en formène et que nous n'avons jamais vu à sec. Nous ne pouvons donc nous prononcer sur son caractère à l'air

libre. Mais, de par sa nature et étant données la non-toxicité et la faible densité du formène, nous ne voyons aucune raison pour lui attribuer un caractère insalubre.

h) Abstraction faite de la nature du sol mis à découvert au-dessous de l'étiage, on veillera à ce que la baisse des eaux ne donne pas naissance à des flaques d'eau croupissante ou à des cuvettes fermées pouvant constituer de nouveaux gîtes à Moustiques. Dans le cas où ces formations seraient réalisées (ce que nous n'avons pas constaté du reste), il importerait de prendre des mesures pour l'évacuation immédiate de ces eaux stagnantes.

i) Certaines plages, mises à nu, dégagent une faible odeur de « marécage » non putride, due aux algues de fond (notamment des Oscillaires). Cette odeur « de marais » n'a aucun inconvénient au point de vue de l'hygiène.

j) Des émanations plus odorantes, de caractère putride et, dans une certaine mesure, assez gênantes et désagréables pour être considérées comme anti-hygiéniques, ont pu être perçues l'an dernier au moment de la forte baisse des eaux. Elles étaient dues, avant tout, comme nous l'avons constaté, à la décomposition de nombreux gros mollusques bivalves (Anodontes) qui se trouvaient mis à sec sur les rives, notamment sur Saint-Alban et Lépin, vers la cote 373,8 et au-dessous. Nous ne pensons pas que ce phénomène puisse se reproduire, car maintenant que sont détruits les innombrables sujets qui étaient cantonnés depuis longtemps dans cette zone, ceux qui vivent dans la zone voisine ne l'abandonneront pas, ces animaux évitant toujours les fonds susceptibles d'être découverts. C'est ainsi que cette année, au-dessus de la cote 373,50, on ne trouve guère que des coquilles vides.

k) Enfin on peut percevoir, mais seulement pendant quelques jours chaque année, une odeur désagréable en certains points des bords lorsque, au moment de la fraie des Cyprinides (en mai), il se produit une baisse rapide des eaux, mettant à sec leurs innombrables œufs qui se décomposent.

Nous indiquons ci-dessous les mesures à prendre pour éviter ces inconvénients dans la mesure du possible.

Economie piscicole.

1° Le régime industriel du lac est susceptible, certaines années où un abaissement rapide des eaux coïncide avec la fraie des Cyprinides, de porter atteinte à la multiplication de ces poissons : Gardons, Brèmes et Carpes. On devra y remédier en établissant des frayères flottantes artificielles et en évitant, si faire se peut, une brusque baisse des eaux pendant la période d'incubation.

2° Dans les cas où le courant du canal d'amenée entraînerait un certain nombre d'alevins vers les turbines, on essaierait de remédier à cet inconvénient en établissant au goulet de l'émissaire des ouvrages garnis de frayères disposés selon nos indications de façon à mettre obstacle à la sortie des reproducteurs dans le canal au moment de la fraie.

3° Le régime du lac étant hors de question, son rendement piscicole en Salmonides : Lavaret, Truite indigène, Truite arc-en-ciel, Omble-Chevalier, peut être et sera certainement augmenté par le fonctionnement du Laboratoire piscicole de la Société de pêche qui est en même temps Société de pisciculture et de repeuplement et dont l'activité et la production iront en grandissant avec les disponibilités.

⁂

En résumé, et la question piscicole mise à part, deux conséquences seulement de la mise en régime industriel du lac méritent scientifiquement d'être prises en considération au point de vue de l'hygiène. La première, la plus intéressante à notre avis, concerne l'extension ou l'entretien des gîtes à Moustiques et surtout à Anopheles, agents vecteurs du Paludisme. Nous avons montré comment on pouvait y remédier dans la mesure du pos-

sible et même espérer, à ce point de vue, atteindre un état hygiénique meilleur qu'auparavant, en supprimant ou assainissant les gîtes naturels et en prenant chaque année des mesures antilarvaires.

La seconde, de moindre intérêt, a trait à la présence, en quelques points bien localisés des rives, de dépôts fangeux qui existaient d'ailleurs en régime naturel à la cote d'étiage et dont le décapage et l'agitation par les vagues peuvent provoquer de faibles émanations fétides et une souillure du sol lacustre mis à nu aux basses eaux. Sur nos indications, on a déjà fait disparaître les deux plus importantes de ces formations. Il en reste quelques autres beaucoup plus restreintes qu'il y aurait lieu d'assainir.

Quant aux autres conséquences que nous avons tenu néanmoins à envisager : inondation des blachères, découverture de plages vaseuses, odeurs dites de vase ou de marais, elles constituent certainement des inconvénients plus ou moins désagréables ou gênants pour l'exploitation des rives et pour le tourisme, mais nous ne croyons pas qu'on puisse les invoquer comme facteurs susceptibles de porter atteinte à la santé publique.

DOSSIERS PISCICOLES DES COURS D'EAU ALPINS

MONOGRAPHIE HYDROBIOLOGIQUE PISCICOLE DES COURS D'EAU DE LA PARTIE SUD DU MASSIF DE BELLEDONNE[1]

Par M. V. PIRAUD.

Nous étudions dans cette monographie hydrobiologique les cours d'eau qui descendent du massif de Belledonne, dans la partie terminale qui se trouve au Sud des pics de Belledonne. Les uns : Doménon, Sonnant, Verderet, sont des affluents de l'Isère (rive gauche), les autres, Ruisseau de Séchilienne et Ruisseau de Vernon, se jettent dans la Romanche (rive droite).

Dans l'intérieur du massif et généralement à des altitudes assez élevées, se rencontrent des lacs et des étangs; certains sont en relation hydrologique avec les cours d'eau étudiés, d'autres, au contraire, sont isolés. Certains de ces lacs n'ont aucune valeur piscicole, d'autres, au contraire, présentent un réel intérêt. Dans cette monographie nous nous bornons à indiquer s'ils sont ou non susceptibles d'être mis en valeur piscicole et dans quelle mesure ils peuvent l'être. Nous espérons pouvoir ultérieurement

[1] Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble*, t. XXIV, n° 2, 1912.

en donner une étude plus approfondie au point de vue biologique. Au système de cours d'eau naturels viennent s'ajouter, dans les plaines de l'Isère, du Drac et de la Romanche, une série de canaux (chantournes, canaux de la Romanche, fossés des fortifications de Grenoble) dont quelques-uns au moins, pour certaines parties de leur cours, présentent une valeur piscicole relativement importante. Nous en ferons mention en notant leurs rapports hydrologiques avec les cours d'eau marqués en totalité ou en partie sur notre carte.

I

LE DOMENON DE LANCEY ET LE DOMENON DE DOMENE

Affluents rive gauche de l'Isère.

Lacs Doménon.

Ces deux torrents ont la même origine qui est le cours d'eau émissaire des lacs Doménon, lequel se divise en deux branches un peu en amont du chalet de la Pra. L'une se dirigeant vers le Nord-Ouest va se jeter dans l'Isère à Lancey après avoir traversé le lac Crozet et descendu rapidement dans une gorge à pente très inclinée. C'est le Doménon de Lancey, plus connu sous le nom de Ruisseau de la Combe de Lancey. L'autre oblique vers le Sud et, après avoir reçu les eaux de différents lacs et avoir formé la cascade de l'Oursière, va se jeter dans l'Isère à Domène, c'est le Doménon de Domène ou le Doménon proprement dit.

Cette bifurcation d'un cours d'eau est une chose tout à fait exceptionnelle, dit M. Delebecque[1], qui n'en a pas observé d'autre exemple.

---

[1] A. Delebecque, Les lacs du Dauphiné, *in Annuaire de la Société des Touristes du Dauphiné,* année 1893.

Les lacs Doménon, origine des torrents du même nom, sont au nombre de deux : le Grand Doménon, en amont, déverse ses eaux par un ruisseau très court dans le Petit Doménon, ils ont les dimensions et profondeurs suivantes :

Grand Doménon : superficie 2 hect. 46 (cadastre); profondeur 11 m. 50 (Delebecque).

Petit Doménon : superficie 2 hect. 25 (cadastre); profondeur 27 mètres (Delebecque).

Ces lacs sont du type polaire de M. Delebecque[1], la température dépasse rarement +5° (4°,5 août 1911); ils restent gelés huit à dix mois de l'année, souvent même dans le Grand Doménon la glace ne disparaît pas de toute l'année. La faune de ces lacs n'a pu être étudiée comme elle le mériterait, les bords étant à pic ou recouverts de gros blocs de roche sur la plus grande partie du pourtour. Cependant les larves de Phryganéides sont assez abondantes, on y rencontre aussi des larves d'Ephémérides et des Mollusques.

Des essais d'acclimatation de Salmonides y ont été faits par les soins du Club Alpin Français (section de l'Isère) et du Laboratoire de pisciculture de l'Université de Grenoble, mais nous ne pouvons actuellement en exposer les résultats, aucune pêche méthodique n'ayant été pratiquée depuis les lancements d'alevins et les dires des observateurs étant contradictoires.

Le ruisseau émissaire de ces lacs descend rapidement à travers un thalweg creusé dans les roches granitiques en formant une série de cascades jusqu'à l'altitude de 2.250 mètres où, se brisant contre un rocher, il se divise en deux parties, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut.

Cet émissaire des lacs Doménon n'a aucune valeur au point de vue piscicole, le ruisseau, de fond pierreux, étant constitué par une série de cascades infranchissables très rapprochées.

---

[1] A. Delebecque, *Les lacs français,* Chamerot et Renouard, Paris, 1898, in-4°, XI, 435 p..

II

LE DOMENON DE LANCEY OU RUISSEAU DE LA COMBE DE LANCEY OU RUISSEAU DU MERCIER

Affluent rive gauche de l'Isère.

Rivière torrentueuse non navigable, non flottable; longueur totale 12 kilomètres.

Communes traversées : Revel, la Combe de Lancey, Villard-Bonnot.

14e Conservation. — Inspection de Grenoble-Sud. — Cantonnement : Allevard.

Affluents. — Aucun affluent permanent.

Source à l'altitude de 2.400 mètres, sur la commune de Revel (lacs Doménon).

Embouchure dans l'Isère, à l'altitude de 222 mètres dans la commune de Villard-Bonnot.

Physionomie biologique et valeur piscicole.

En aval de la bifurcation, le Doménon de Lancey, dont la largeur moyenne est de 1 mètre pour une profondeur de 0 m. 20, court sur un espace de 1 kilomètre sur un lit de gros cailloux et de blocs ébranlés, formant une série de cascades, pour se jeter ensuite dans le lac Crozet.

Dans ce parcours, la faune est principalement représentée par de rares larves d'Ephémérides : *Bœtis* et de Perlides : *Nemoura*.

La capacité biogénique peut être évaluée à II.

On y a pêché quelques Truites communes.

Le lac Crozet forme actuellement un réservoir d'eau pour les usines de Lancey. Cet énorme réservoir, d'une superficie de près de 8 hectares, a été formé au dépens de deux lacs (le grand et le petit Crozet) en élevant de plusieurs mètres le seuil du plus bas,

en les mettant souterrainement en communication et en perçant le seuil pour atteindre le fond (37 mètres).

Ce lac-réservoir industriel est propriété privée; des essais d'acclimatation de Truites y ont fort bien réussi. A partir de ce point, le Doménon de Lancey doit être considéré comme nul au point de vue piscicole; ses eaux sont utilisées pour les différentes usines de la Société Bergès et, de ce fait, son lit peut être asséché sur la plus grande partie de son parcours.

De Lancey à son embouchure dans l'Isère, ce torrent, transformé en canal, sert de déversoir aux produits de déchet des papeteries et de l'usine de produits chimiques (explosifs) des Sociétés Bergès et sa valeur piscicole est nulle. Son embouchure constitue même un lieu de déversements nocifs pour l'Isère.

Résumé.

DOMENON DE LANCEY OU RUISSEAU DE LA COMBE DE LANCEY

Cours d'eau ni navigable, ni flottable, à caractère de torrent essentiellement salmonicole.

Communes traversées : Revel, la Combe de Lancey, Villard-Bonnot.

Altitude de la source : 2.400 mètres; de l'embouchure : 222 mètres.

Longueur totale : 12 kilomètres; longueur utilisable au point de vue piscicole : 1 kilomètre (de la bifurcation au lac Crozet).

Cette faible partie utilisable est entrecoupée de cascades.

Largeur moyenne : 1 mètre.

Profondeur : 0 m. 20.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides (dominante).

Capacité biogénique : II.

Faune piscicole : Truite.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le tronçon : 120.

III

LE DOMENON DE DOMENE

Affluent rive gauche de l'Isère.

Rivière torrentueuse non navigable, non flottable; longueur totale : 17 kilomètres.

Communes traversées : Revel, Domène.

14e Conservation. — Inspection de Grenoble-Sud. — Cantonnement d'Allevard.

Affluents. — Rive droite : D^1 *déversoir du lac Merlat;* D^2 *Ruisseau de Revel.*

Rive gauche : G^1 *déversoir du lac Claret;* G^2 *déversoir des lacs David et Longet.*

Source à l'altitude de 2.400 mètres sur la commune de Revel (lacs Doménon).

Embouchure dans l'Isère à l'altitude de 218 mètres dans la commune de Domène.

Physionomie biologique et valeur piscicole.

De la bifurcation à Domène. — Peu après la bifurcation, le Doménon de Domène ou Doménon proprement dit, après une série de cascades, serpente dans les prairies de La Pra; après avoir reçu les eaux des lacs Claret (rive gauche), Merlat (rive droite), Longet et David (rive gauche), le torrent descend par une série de cascades dans la prairie de l'Oursière où sa largeur moyenne est de 3 mètres pour une profondeur de 0 m. 50.

La faune est assez riche; elle est dans ce parcours représentée par des larves d'Ephémérides (dominante), principalement : *Bœtis, Ecdyurus;* des larves de Diptères : *Simulium;* des larves de Perlides : *Nemoura.*

La capacité biogénique peut être évaluée à III.

Dans cette première partie de son cours, le torrent a été peuplé de Salmonides par des versements d'alevins effectués dans les différents lacs dont il reçoit les eaux et dans lesquels ont été, à différentes reprises, lancé des alevins de Truite commune et de Saumon de fontaine.

Ces essais ne sont pas seulement intéressants au point de vue de l'étude du rendement piscicole de ces lacs et de ce torrent d'altitude, mais aussi au point de vue économique, car cette partie du massif de Belledonne, très visitée en été par les touristes, possède à La Pra un chalet-hôtel très bien aménagé par le C. A. F. (section de l'Isère).

En aval de la prairie de l'Oursière, le Doménon se précipite par une cascade (cascade de l'Oursière) de plus de 60 mètres de haut dans une gorge étroite et profonde où il coulera rapidement jusqu'à Domène sur un fond de rochers et de cailloux.

La faune est ici représentée par des larves d'Ephémérides (dominante) : *Ecdyurus, Bœtis;* des larves de Phryganéides : *Odontocerum, Drusus, Hydropsyche, Plectrocnemia;* des larves de Perlides : *Nemoura.* La Crevette d'eau douce devient de plus en plus abondante au fur et à mesure que l'on descend le cours du Doménon.

Capacité biogénique : V.

Faune piscicole. — En aval de la cascade de l'Oursière jusqu'au premier barrage de l'usine des Eaux de Revel, la Truite est abondante.

La partie du Doménon comprise entre la cascade de l'Oursière et Domène serait très riche au point de vue piscicole sur tout son parcours si l'industrie n'était venue établir des prises d'eau qui, non seulement présentent des obstacles infranchissables pour le poisson, mais surtout mettent le lit du torrent à sec en utilisant tout son débit à certaines périodes de l'année. Ce sont, en amont de Revel, les usines d'éclairage des Eaux de Revel et de Revel, et en aval les papeteries Dodo et Cie, de Domène.

De Domène à l'embouchure. — Au sortir des papeteries Dodo et Cie, les eaux du Doménon sont divisées en trois parties. Le lit naturel du torrent, qui reçoit peu d'eau, sert de déversoir aux produits de déchet de papeterie. Deux canaux industriels reçoivent la presque totalité des eaux du Doménon; ces canaux donnent de la force ou servent de déversoir pour les déchets de diverses industries (scieries, serrureries, constructions mécanique, électro-chimie). Ces servitudes industrielles rendent le cours d'eau et les canaux qui en dérivent totalement impropres à la pisciculture.

Affluents du Doménon.

Rive droite.

D¹. Lac Merlat et son émissaire.

A mi-chemin de La Pra, à l'Oursière, le Doménon reçoit les eaux du lac Merlat, le ruisseau qui déverse ces eaux dans le torrent n'a que quelques centaines de mètres de parcours.

Le lac Merlat (altitude 2.000 m.) présente une superficie de 4 hect. 74 et une profondeur maximum de 12 mètres. Fond de rocher et roches éboulées; un peu de végétation sur les bords.

La faune est représentée surtout par des larves d'Ephémérides (dominante), de Phryganéides et un riche Plankton.

Des essais d'acclimatation de Truite indigène ont été tentés dans ce lac; ils ont donné de bons résultats et actuellement on en pêche chaque année. Ces essais, ainsi que ceux effectués dans les lacs Claret et Longet, ont eu pour résultat l'introduction de la Truite dans le cours supérieur du Doménon (de La Pra à l'Oursière).

D². Ruisseau de Revel.

Ce ruisseau, d'une longueur moyenne de 1 m. 50 et d'une profondeur de 0 m. 20, prend sa source dans des prairies, à

2 kilomètres environ de Revel; il se creuse rapidement une petite gorge dans les roches du Lias et vient se jeter dans le Doménon en dessous du village de Revel.

La faune nutritive est assez riche. La Crevette y domine. Les larves d'Ephémérides : *Ecdyurus, Bœtis;* de Perlides, de Phryganéides : *Drusus, Hydropsyche* en forment le fond principal.

Capacité biogénique : IV.

La Truite remonte assez haut dans ce ruisseau qui présente, vers l'amont, des frayères naturelles.

Longueur piscicole : 1 kil. 500 environ.

Quantité d'alevins que peut recevoir annuellement le ruisseau : 240 au kilomètre.

Rive gauche.

G¹. Lac Claret et son émissaire.

Le lac Claret, situé à peu de distance du Doménon, y déverse ses eaux directement. Sa superficie est de 1 hect. 13; sa profondeur, qui ne doit pas être très grande, n'a pas été mesurée.

La faune est représentée surtout par des larves de Phryganéides, d'Ephémérides, et le Plankton y est fort riche. On y pêche actuellement des Truites qui y ont été introduites il y a peu d'années.

G². Lacs David et Longet et leur émissaire.

Le lac David, situé à 2.100 mètres d'altitude, se déverse dans le lac Longet, situé à 100 mètres au-dessous. Ce dernier, par un ruisseau long de quelques centaines de mètres, envoie ses eaux au Doménon.

Le lac David a une superficie de 1 hect. 06 (cadastre) et une profondeur de 11 m. 5 (Delebecque).

Le lac Longet, superficie 2 hect. 62 (cadastre), profondeur 6 mètres (Delebecque).

La faune de ces deux lacs est surtout riche en larves de Phryganéides, d'Ephémérides, le Plankton y est abondant. Dans le lac Longet se voient de nombreux Tritons (*Triton alpestris* Lam.).

Les essais d'acclimatation de Truites indigènes et de Saumons de fontaine, qui ont été fait dans le lac Longet, ont donné de bons résultats.

Il est bien délicat d'indiquer une capacité biogénique pour ces lacs de montagne.

Les explorations qui en ont été faites sont insuffisantes par manque d'un matériel spécial approprié à des recherches de ce genre, et on se trouve en effet là dans des conditions très différentes de celles des cours d'eau. On peut cependant, avec les renseignements restreints dont nous disposons, indiquer un nombre approximatif d'alevins de Salmonides qu'il nous semble possible de déverser dans ces lacs par hectare.

Nous estimons que, pour les lacs dont nous venons de parler, on peut déverser 500 alevins de Salmonides (Truite commune et Saumon de fontaine) par hectare et par an pour arriver à un rendement rationnel, à condition que ces alevins soient d'une taille assez grande (alevins de 6 mois par exemple).

Les empoissonnements qui ont déjà été faits dans les lacs Merlat, Claret et Longet ont donné des résultats appréciables et intéressants, étant donné les conditions spéciales au point de vue économique dans lesquelles ils se trouvent par la proximité d'un mouvement touristique important.

⁂

Lacs Robert.

Les lacs Robert, au nombre de quatre, n'ont aucune relation directe (contrairement aux indications de la carte d'Etat-Major) avec le Doménon. Les deux plus petits n'ont aucun déversoir apparent. Les deux autres se déversent souterrainement (proba-

blement dans le Doménon) et, de ce fait, leur niveau est très variable.

Malgré une assez grande profondeur, le Plankton mis à part, la faune y est excessivement pauvre, aucune flore ne se présentant sur les bords à pic, aussi nous semblent-ils n'avoir qu'un faible intérêt piscicole; aucun poisson n'y a, du reste, été signalé jusqu'ici. Ces lacs sont peuplés d'innombrables Tritons (*Triton alpestris* Lam.).

⁂

Etang du Marais chaud.

Cet étang, qui n'a aucune communication avec le Doménon, se trouve à quelques centaines de mètres au Nord-Est du chalet des Seiglières. Situé au milieu d'une région marécageuse, il possède une végétation assez dense.

La température élevée de ses eaux ne peut convenir qu'à des Cyprinides; il est peuplé de Tanches.

Résumé.

Le Doménon de Domène.

Longueur totale : 17 kilomètres; longueur utilisable au point de vue piscicole : 8 kilomètres (de La Pra à Revel, commune de Revel).

Largeur moyenne : 3 m. 50.

Profondeur moyenne : 0 m. 50.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Diptères, de Perlides, de Phryganéides, Crevettes.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : V.

Faune piscicole : Truites.

Frayères à Salmonides : rares en amont de Revel.

Périodes de frai de la Truite : novembre et décembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le tronçon par kilomètre : 340.

Epoques les plus favorables aux déversements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

Affluents du Doménon.

D[1]. Lac Merlat.

Etant donné la superficie de ce lac, il peut recevoir annuellement 2.000 alevins de Salmonides.

D[2]. Ruisseau de Revel.

Longueur piscicole : 1 kil. 500.

Largeur moyenne : 1 m. 50.

Profondeur moyenne : 0 m. 20.

Faune nutritive : Crevettes, larves d'Ephémérides, de Perlides, de Phryganéides.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : IV.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : au-dessus de Revel.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir par kilomètre : 250.

Epoques les plus favorables aux déversements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

G[1]. Lac Claret.

Ce lac, d'une superficie qui ne dépasse guère 1 hectare, peut recevoir annuellement 500 alevins de Salmonides.

G². Lacs David et Longet.

Lac David : quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement : 500.

Lac Longet : quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement : 1.000.

IV

LE SONNANT

Affluent rive gauche de l'Isère.

Rivière torrentueuse non navigable, non flottable; longueur totale : 10 kil. 500.

Communes traversées : Saint-Martin-d'Uriage, Venon, Gières, Saint-Martin-d'Hères.

14e Conservation. — Inspection de Grenoble-Sud. — Cantonnement : Vizille.

Affluents. — Rive droite : D¹ Ruisseau de Bourduire.

Source à l'altitude de 1.120 mètres, sur la commune de Saint-Martin-d'Uriage.

Embouchure du cours d'eau dans l'Isère, à l'altitude de 216 mètres environ, un peu en amont de la ville de Grenoble, sur la commune de Saint-Martin-d'Hères.

Physionomie biologique et valeur piscicole.

De la source à Uriage. — Torrent de montagne à cours rapide et irrégulier, entrecoupé de cascades.

Le Sonnant prend sa source à l'altitude de 1.120 mètres, au-dessus du hameau de la Grivolée, à la limite inférieure de la forêt du Marais.

Il descend rapidement dans un lit de cailloux et de gros blocs roulés jusqu'au chef-lieu de la commune de Saint-Martin-d'Uriage. Dans ce parcours il a une largeur moyenne de 1 mètre pour une profondeur de 0 m. 15; l'eau est limpide, très fraîche, 9 à 11°; sur le fond de couleur jaunâtre les mousses envahissent les gros cailloux; les bords sont en pente douce à travers des prairies, des cultures ou des bois de hêtres.

La faune nutritive est principalement représentée par des larves de Perlides et d'Ephémérides : *Nemoura* (dominante), *Ecdyurus,* quelques larves de Diptères : *Tanype, Simulies;* la Crevette d'eau douce est peu abondante.

La capacité biogénique est de II.

En aval du chef-lieu de Saint-Martin-d'Uriage, le Sonnant est dérivé pour fournir de la force à une scierie et à une usine de ciment.

D'Uriage à Gières. — Arrivé dans la vallée d'Uriage, le Sonnant reçoit les eaux venant de l'Etablissement thermal et coule alors, jusqu'en aval du village de Maupas, à travers des prairies. Son allure est plus tranquille, ses eaux limpides sont fortement troublées aux moments de pluie et de fonte des neiges. La température est assez constante (13°). Les bords sont en pente douce à travers des prairies, des aulnes et des frênes ombrageant parfois le cours du ruisseau dont le fond est formé par du sable et des cailloux roulés.

La largeur moyenne est de 3 mètres et la profondeur de 0 m. 25.

La faune nutritive est représentée par la Crevette (dominante), des larves d'Ephémérides : *Bœtis, Ecdyurus;* de Phryganéides : *Odontocerum, Drusus, Plectrocnemia;* de Perlides : *Nemoura;* de Diptères : *Simulium.*

En aval du village de Maupas, le Sonnant s'engage dans des gorges creusées dans la roche noire du Lias; son cours devient plus rapide, entrecoupé de cascades, les bords sont très ombragés et le fond est formé de la roche en place.

A la Combe de Gières, le Sonnant est en partie capté pour fournir de la force motrice à une scierie.

La faune est la même que dans les prairies et la capacité biogénique de toute cette partie peut être évaluée à V.

La faune piscicole est uniquement représentée par la Truite, peu de Truite indigène; par contre, la Truite arc-en-ciel y donne d'excellents résultats et chaque année des quantités considérables de cette espèce sont pêchées dans le Sonnant entre Uriage et Gières.

Caractères piscicoles du cours d'eau.

Largeur moyenne : 3 mètres.

Profondeur : 0 m. 25.

Température : de 10° à 13°.

Cours d'eau ne gelant jamais.

Vitesse régulière, rapide.

Quelques obstacles : barrages en aval du village de Maupas.

Fond granitique (cailloux glaciaires) dans les prairies d'Uriage, calcaire dans les gorges.

Pas de flore de fond.

Eau limpide, sauf en grandes crues.

Bords en pentes douce dans les prairies, à pic dans les gorges.

Vents dominants : Nord et Midi.

Débit moyen : 1.500 litres.

Faune nutritive du cours d'eau.

Par ordre de fréquence :

Crevettes (*Gammarus pulex*), dominante.

Larves d'Ephémérides (*Bœtis, Ecdyurus*).

Larves de Phryganéides (*Odontocerum, Drusus, Plectrocnemia*).

Larves de Perlides (*Nemoura*).

Larves de Diptères (*Simulium*).

Planaires.

Oligochètes.

Hirudinées (*Trocheta*).

Etablissement de Pisciculture.

Au bord du Sonnant, en amont du village du même nom, M. Amodru a installé un établissement de pisciculture alimenté par des eaux de source. Cet établissement, qui peut produire annuellement 200.000 œufs de Truites, s'est spécialisé dans l'élevage de la Truite arc-en-ciel.

A cet établissement est annexé un bassin d'essai (n° 2) du Laboratoire de Pisciculture de l'Université, dont M. le professeur Léger a donné une étude monographique dans ses « Etudes sur le Rendement cultural des Eaux alpines[1] ».

De Gières à l'embouchure. — Après avoir traversé le village de Gières, le Sonnant est canalisé; il suit quelques instants la route jusqu'au hameau de la Galochère, puis se coude brusquement pour aller se jeter dans l'Isère à Pont-Carpin, après avoir suivi un ancien méandre de l'Isère.

Cette partie du Sonnant est absolument nulle au point de vue piscicole dans sa partie amont, ce canal servant à l'arrosage. Dans les parages avoisinant son embouchure, beaucoup de poissons remontaient autrefois de l'Isère, mais, depuis l'installation sur son cours de divers établissements industriels déversant des produits nocifs, cette remontée ne s'effectue plus.

Affluents du Sonnant.

Rive droite.

D[1]. Ruisseau de Bourduire.

La Bourduire sort de la source dite La Ravignouse, en dessous des Seiglières, commune de Saint-Martin-d'Uriage. D'une

---

[1] *Annales de l'Université de Grenoble,* t. XXI, n° 1, 1909, pp. 195-221, et *Travaux du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble,* 1909, fascicule I.

longueur de 3 kil. 500, ce ruisseau présente une largeur moyenne de 1 m. 50 et une profondeur de 0 m. 25. L'eau est très froide, 6°. Après avoir circulé dans les prairies et cultures de Saint-Martin-d'Uriage, la Bourduire se creuse une petite gorge, aux parois à pic, dans les roches du Lias.

La faune nutritive est assez riche : la Crevette y domine, les larves d'Ephémérides : *Ecdyurus, Bœtis* y sont abondantes.

La capacité biogénique est de IV.

On y pêche quelques Truites.

Rive gauche.

Sur sa rive gauche, le Sonnant reçoit les eaux de l'Etablissement d'Uriage; ces eaux forment un ruisseau qui sert d'égout à l'Etablissement et à certains hôtels; elles sont impropres à la pisciculture.

Résumé.

SONNANT

Cours d'eau ni navigable ni flottable, à caractère de torrent essentiellement salmonicole.

Communes traversées : Saint-Martin-d'Uriage, Venon, Gières, Saint-Martin-d'Hères.

Altitude de la source : 1.120 mètres; de l'embouchure : 216 mètres.

Longueur totale : 14 kilomètres; longueur utilisable au point de vue piscicole : 7 kil. 500, de Chavanos à Saint-Martin-d'Uriage et de Sonnant à Gières.

Largeur moyenne : 3 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 25.

Faune nutritive : Crevette, larves d'Ephémérides, de Phryganéides, de Diptères.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : II dans la partie supérieure de son cours, V dans la partie moyenne.

Faune piscicole : Truites.

Frayères à Salmonides : dans les prairies en amont du village de Maupas.

Période de frai de la Truite : octobre, novembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le tronçon par kilomètre : 120 en amont de Saint-Martin-d'Uriage, 400 en aval.

Epoques les plus favorables au déversement : mai.

Espèces à propager : Truite indigène, Truite arc-en-ciel.

Affluent du Sonnant.

D[1]. **Ruisseau de Bourduire.**

Longueur piscicole : 2 kilomètres (des Roux à l'embouchure).

Largeur moyenne : 1 m. 50.

Profondeur : 0 m. 25.

Faune nutritive : Crevette, larves d'Ephémérides.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : IV.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : aux environs de Saint-Martin-d'Uriage.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir le cours d'eau annuellement : 260.

Epoque la plus favorable aux déversements : mai.

Espèce à propager : Truite indigène.

V

LE VERDERET

Cours d'eau non navigable, non flottable; longueur totale : 11 kilomètres.

Communes traversées : Brié-et-Angonnes, Herbeys, Poisat, Eybens, Saint-Martin-d'Hères, Grenoble.

14e Conservation. — Inspection de Grenoble-Sud. — Cantonnement de Vizille.

Affluent. — Rive droite : D1 Ruisseau de La Pra.

Source à l'altitude de 420 mètres, sur la commune de Poisat, près du village de Tavernolles.

Embouchure du cours d'eau dans l'Isère, dans sa traversée de Grenoble, à l'altitude de 214 mètres.

Faune piscicole : Truite.

Physionomie biologique et valeur piscicole.

De la source à Eybens. — Le Verderet prend sa source près du village de Tavernolles. C'est, pendant un court parcours, un petit ruisseau de 0 m. 30 de large et de 0 m. 15 de profondeur. Après avoir traversé le village, il reçoit le Ruisseau de La Pra qui, grossi du Ruisseau d'Herbeys, est dix fois plus important que le Verderet. En réalité, la source du Verderet se déverse dans le Ruisseau de La Pra; mais, comme à partir de Tavernolles le cours d'eau prend le nom de Verderet, nous devons considérer le ruisseau principal comme un affluent.

Au confluent, la largeur du Verderet est de 2 mètres et la profondeur de 0 m. 25.

Il descend dans un lit de gros cailloux roulés, ombragé par des saules et des frênes, jusqu'au pont de la route de Grenoble à Vizille. Vers ce point le ruisseau s'est creusé une petite gorge dans le calcaire liasique; dans la partie supérieure de la gorge, le ruisseau a été barré et forme un réservoir de retenue d'eau. La gorge se termine vers Eybens, point à partir duquel le Verderet est canalisé.

Dans cette partie de son cours, la faune est représentée par des Crevettes (dominante), des larves d'Ephémérides : *Bœtis, Leptophlebia;* de Perlides : *Nemoura;* de Phryganéides : *Odontocerum, Hydropsyche, Plectrocnemia;* de Diptères : *Simulium.*

La capacité biogénique est ici de VI.

Des essais d'acclimatation de Saumon de fontaine faits dans le Ruisseau de La Pra, et dont nous parlerons à propos de ce ruisseau, ont peuplé cette partie supérieure du Verderet où la Truite indigène et la Truite arc-en-ciel prospèrent également.

D'Eybens à l'embouchure. — Après avoir traversé Eybens, le Verderet est canalisé pendant un parcours de 4 kilomètres et décrit un méandre à angle droit. Cette partie canalisée, qui ne se termine que peu en amont des Maisons Neuves, est nulle au point de vue piscicole, le lit formé de cailloux et de sable, sans aucune végétation, peut être mis à sec par une prise d'eau située vers Eybens.

Aux Maisons Neuves, le Verderet, qui a repris son cours naturel, coule d'une façon permanente dans un lit de 3 mètres de large et de 0 m. 60 de profondeur, sur un fond très riche en plantes aquatiques, et dès lors il devient éminemment propice à la pisciculture.

Vers le passage à niveau du chemin de fer, il reçoit un ruisseau assez important qui prend sa source dans la plaine, à quelques centaines de mètres; ce ruisseau a les mêmes caractères que le Verderet.

Le Verderet s'engage ensuite dans des propriétés privées clôturées jusqu'à Grenoble, où il pénètre par le Polygone du génie. Dans sa traversée de Grenoble, le Verderet est transformé en égout.

Faune nutritive : Crevettes; larves d'Ephémérides : *Bœtis, Ephemerella, Ephemera;* larves de Phryganéides : *Anabolia, Stenophylax;* larves d'Agrion, Mollusques.

Dominante : Crevette.
Capacité biogénique : VI.

La faune piscicole est essentiellement représentée par la Truite; des repeuplements en Truite arc-en-ciel, effectués dans cette partie du Verderet, ont admirablement réussi et actuelle-

ment il se pêche souvent des Truites de 500 à 800 grammes et plus.

Le Vairon et la Loche y sont abondants, quelques Meuniers s'y voient également dans son parcours inférieur vers la Bajatière.

Affluents du Verderet.

D'. Ruisseau de La Pra et Ruisseau d'Herbeys.

Le Ruisseau de La Pra prend sa source vers le village des Guichards. Ce ruisseau, dont le débit est vite augmenté par les eaux de la source du Souzet, circule à travers des prairies sous un berceau d'arbres aux essences diverses. Ses eaux limpides, d'une température n'excédant jamais 15°, ne sont troublées que par les fortes pluies. Le fond est formé de cailloux roulés, souvent recouverts de mousse.

La faune nutritive est formée de Crevettes; de larves d'Ephémérides : *Bœtis, Leptophlebia;* larves de Phryganéides : *Odontocerum, Hydropsyche, Plectrocnemia;* larves de Diptères : *Simulium.*

La dominante est la Crevette. La capacité biogénique est VI.

Ce ruisseau reçoit les eaux du Ruisseau d'Herbeys, dont les caractères sont semblables. L'Ecrevisse se rencontre dans le Ruisseau de La Pra depuis la fontaine du Souzet jusqu'à Tavernolles.

Des repeuplements en Truite arc-en-ciel et en Saumon de fontaine ont été faits dans ce ruisseau aux environs du village du Trouillon.

Ces repeuplements ont démontré d'une façon certaine que le Saumon de fontaine est susceptible de s'acclimater complètement dans nos eaux alpines. En effet, les premiers sujets qui y ont été mis ont frayé dès la troisième année, donnant naissance à de nombreux alevins qui ont continué à prospérer dans ces eaux. Pour la vérification de cette reproduction naturelle, des

alevins nés dans le ruisseau ont été transportés au Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble, où ils sont devenus de beaux sujets de Saumon de fontaine.

Cet intéressant essai nous permet donc d'affirmer que, dans nos ruisseaux alpins, le Saumon de fontaine peut se reproduire naturellement.

Résumé.

VERDERET

Cours d'eau ni navigable ni flottable, essentiellement salmonicole.

Communes traversées : Brié-et-Angonnes, Herbeys, Poisat, Eybens, Saint-Martin-d'Hères, Grenoble.

Altitude de la source : 420 mètres; de l'embouchure : 214 mètres.

Longueur totale : 11 kilomètres; longueur utilisable au point de vue piscicole : 7 kilomètres, des Guichards à Eybens et des Maisons Neuves à Grenoble.

Largeur moyenne : 2 m. 50.

Profondeur moyenne : 0 m. 50.

Faune nutritive : Crevettes, larves d'Ephémérides, de Perlides, de Phryganéides, de Diptères.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : VI.

Faune piscicole : Truites dans les deux parties utilisables au point de vue piscicole; Meuniers, Vairons et Loches dans la plaine de Grenoble; Ecrevisses en amont de Tavernolles.

Frayères à Salmonides : dans son affluent le Ruisseau de La Pra.

Périodes de frai de la Truite : octobre, novembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le tronçon par kilomètre : 420.

Epoques les plus favorables aux déversements : mai.

Espèces à propager comme donnant le meilleur rendement : Saumon de fontaine, Truite arc-en-ciel.

Affluents du Verderet.

D[1]. Ruisseau de La Pra et Ruisseau d'Herbeys.

Longueur piscicole : 4 kil. 500.

Largeur moyenne : 1 m. 50.

Profondeur : 0 m. 20.

Faune nutritive : Crevette, larves d'Ephémérides, de Phryganéides, de Diptères.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : VI.

Faune piscicole : Truite, Ecrevisse.

Frayères à Salmonides : tout le long du cours.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement par kilomètre : 400.

Epoque la plus favorable aux déversements : mai.

Espèces à propager : Truite indigène et Saumon de fontaine.

⁂

Etangs de Brié et de Jarrie.

Sur les communes de Brié-et-Angonnes et de Jarrie se trouvent deux étangs isolés n'ayant aucune relation avec les cours d'eau de la région.

Etang de Brié. — Cet étang, situé près du village de Mont-Rolland, est d'une très faible superficie, à niveau très variable, mais il est excessivement riche au point de vue de la faune.

On y rencontre en quantité des larves de Phryganes : *Stenophylax, Phryganea;* des larves d'Ephémérides : *Cloeon, Ephemerella, Ephemera;* des larves de Diptères : *Culex;* des larves de Libellulides, des Hémiptères, Coléoptères, etc.

Durant les étés excessivement chauds, le niveau de cet étang baisse énormément jusqu'à dessiccation presque complète, ce qui ne permet pas une mise en valeur rationnelle. Néanmoins, quelques espèces de poissons y ayant été introduites s'y sont multipliées, telles sont : le Gardon blanc (*Leuciscus rutilus* L.), la Tanche (*Tinca vulgaris* Cuv.) et tout récemment le Poisson chat (*Ameiurus nebulosus* Le Sueur). Le Poisson soleil (*Eupomotis gibbosus* L.), qui y avait été essayé par les soins du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble, ne s'y est maintenu que deux ans; dès la troisième année il avait disparu, probablement à cause de la stagnation des eaux et de leur température trop élevée.

Il est à noter que cet étang voit sa population augmenter au moment de la ponte des Batraciens, de très nombreux crapauds (*Bufo vulgaris* L.) venant dans ses eaux pour y pondre dès les premiers jours du printemps.

En résumé, ce petit étang est susceptible d'une faible mise en valeur par la culture du Poisson chat et des Cyprinides.

Etang de Jarrie. — Cet étang, situé près du village du Platre, a un niveau très irrégulier; assez important au printemps, il se transforme en marais dans le cours de l'été.

La faune est très riche et très comparable à celle de l'Etang de Brié. Il a été peuplé de Carpes et de Tanches qui y prospèrent.

Comme pour le précédent, cet étang serait susceptible d'être mis en valeur par l'introduction du Poisson chat et de divers autres Cyprinides.

VI

CANAUX DE LA VALLEE DE L'ISERE DE LANCEY A GIERES ET FOSSES DES FORTIFICATIONS DE GRENOBLE

De Lancey au Versoud, divers canaux d'asséchement ou chantournes drainent les eaux d'infiltration de l'Isère (rive gauche); ils se réunissent bientôt pour former un seul canal qui vient se jeter dans l'Isère aux abords de Murianette. Ce canal, dont la largeur moyenne est de 2 m. 50 et la profondeur de 0 m. 80, a très peu de valeur au point de vue piscicole. Les eaux sont troubles et coulent sur un fond de vase, sans flore, dans un lit à bords à pic de 1 m. 50 à 2 mètres. Quelques Crevettes et larves d'Ephémérides se rencontrent dans la partie amont du canal. Mais ce qui contribue à diminuer sinon à annuler la valeur de ce canal, ce sont, vers Domène, les évacuations de plusieurs usines.

Dans sa partie amont, ce canal peut avoir une capacité biogénique de II (on y trouve du Vairon et de la Loche), mais nous estimons que des repeuplements effectués dans ce canal seraient voués à un insuccès complet.

Fossés des fortifications de Grenoble.

Les fossés des fortifications de Grenoble, dans la partie comprise entre le Drac et le Polygone du génie, présentent un réel intérêt au point de vue piscicole. Dans ce parcours, les eaux sont claires, courantes, le fond est tapissé d'une abondante végétation.

La largeur moyenne est de 12 mètres et la profondeur de 1 m. 50. Température : 12° à 16°.

Longueur piscicole : 2 kilomètres.

Faune nutritive (par ordre de fréquence) :

Crevette (*Gammarus pulex*).
Larves de Phryganéides (*Stenophylax, Anabolia*).
Larves d'Ephémérides (*Cloeon, Leptophlebia*).
Larves de Perlides (*Perla, Nemoura*).
Mollusques (*Limnea, Succinea*).
Hémiptères.
Oligochètes.

Dominante : Crevette.

Valeur nutritive : VII.

Faune piscicole : Truite, Brochet, Suiffe, Vairon, Loche, Chabot.

Ces fossés sont loués partie à une société de pêche, partie à des particuliers.

Des repeuplements en Truite indigène, Truite arc-en-ciel et Saumon de fontaine ont donné d'excellents résultats.

Quantité d'alevins que peuvent recevoir annuellement ces fossés : 1.200 au kilomètre.

⁂

Dans la plaine aux environs de Grenoble, entre le Drac et l'Isère, se trouvent de nombreux canaux qui, pour la majeure partie, dérivent du Canal de la Romanche dont nous parlerons plus loin; certains sont des canaux d'irrigation. Comme ils sont mis à sec à plusieurs reprises dans le courant de l'année, soit pour le nettoyage, soit pour les besoins des cultures, ces canaux ne présentent aucun intérêt piscicole.

VII

AFFLUENTS DE LA ROMANCHE (rive droite).

De Livet à Vizille.

La plupart des torrents qui descendent du massif de Belledonne vers la Romanche, entre Livet et Vizille, n'ont aucune valeur piscicole. Un seul, le Ruisseau de Séchilienne, est permanent et présente un intérêt piscicole sur un faible parcours.

Ruisseau de Séchilienne.

Ce ruisseau, qui descend des abords du lac Luitel, n'est permanent qu'à partir du village de la Gorge, sur la commune de Séchilienne; il descend à travers des prairies et son lit se creuse ensuite à travers les rochers formant de nombreuses cascatelles sur un fond de cailloux et de gros blocs; avant de se jeter dans la Romanche, le ruisseau traverse une propriété particulière.

La température varie de 7° à 13°.

Largeur moyenne : 2 mètres. Profondeur 0 m. 30.

Longueur piscicole : 1 kil. 500.

Faune nutritive (par ordre de fréquence) : Crevette; larves d'Ephémérides : *Ecdyurus, Bœtis;* larves de Phryganéides : *Hydropsyche, Plectrocnemia.*

Faune piscicole : Truite.

Capacité biogénique : IV.

Nombre d'alevins que peut recevoir annuellement le ruisseau au kilomètre : 280.

Des essais de repeuplement en Truite arc-en-ciel ont donné dans ce ruisseau de bons résultats.

⁂

Lacs Achard, Luitel et de Prévert.

Les hautes vallées du massif de Belledonne, dont les eaux se déversent dans la Romanche, possèdent quelques lacs.

Les uns, comme les lacs de la Bette, n'ont aucun intérêt vu leurs dimensions des plus restreintes.

Lac Achard. — Ce lac, situé à 2.000 mètres environ d'altitude, dans le vallon du même nom, est assez vaste (2 hectares environ) et sa position est très écartée de toute voie d'accès. Malgré que sa faune soit assez riche, nous ne pouvons nous prononcer actuellement sur une valeur piscicole, vu l'ignorance où nous sommes de sa profondeur.

Lac Luitel. — Ce lac, d'une superficie d'environ 1 hectare et assez profond, est en voie de disparition; les sphaignes l'envahissent d'une façon progressive. Ces sphaignes et une flore très abondante recèlent une très riche faune.

Le lac Luitel est loué par une société privée de chasse qui y déverse chaque année des alevins de Salmonides (Truite arc-en-ciel) et de Tanches. Ces repeuplements réussissent très bien et la Truite arc-en-ciel notamment y prospère.

Lac de Prévert. — Le petit lac de Prévert, situé sur la commune de Séchilienne et qui se déverse par grandes eaux dans le Ruisseau de Séchilienne, présente également une faune et une flore assez riche. Ses eaux, relativement chaudes, conviennent très bien aux Cyprinides. La Tanche y a été introduite et a donné d'excellents résultats.

VIII

LE RUISSEAU DE VERNON OU LE GUA

Affluent rive droite de la Romanche.

Rivière torrentueuse non navigable, non flottable; longueur totale : 13 kilomètres.

Communes traversées : Vaulnaveys-le-Haut, Vaulnaveys-le-Bas, Vizille.

14e Conservation. — Inspection de Grenoble-Sud. — Cantonnement : Vizille.

Affluent. — Rive gauche : G1 Ruisseau de Prémol.

Source à l'altitude de 1.900 mètres environ, sur la commune de Vaulnaveys-le-Haut.

Embouchure dans la Romanche (Canal de la Romanche), à Vizille, à l'altitude de 235 mètres.

Physionomie biologique et valeur piscicole.

De la source au village de Vaulnaveys-le-Haut. — Torrent de montagne à cours rapide et irrégulier, entrecoupé de cascades.

Le Ruisseau de Vernon prend sa source dans les prairies de Recoing, vers 1.800 mètres d'altitude, à la limite supérieure de la forêt. Rapidement, il dévale à travers la forêt en se creusant un thalweg parfois profond. Le fond est formé de cailloux roulés et de gros blocs, les eaux sont claires et fraîches : 7° à 9°. Au village de Saint-Georges, les eaux du ruisseau captées donnent de la force à une scierie.

La Truite remonte très haut aux environs du chemin forestier du Marais à Prémol.

Largeur : 1 mètre; profondeur : 0 m. 20.

La faune est surtout représentée par des larves d'Ephémérides, de la Crevette et des larves de Diptères.

Capacité biogénique : IV.

De Saint-Georges à Vaulnaveys-le-Haut, le Ruisseau de Vernon descend à travers des prairies vers le village de Vaulnaveys-le-Haut; il reçoit deux petits ruisseaux, l'un à droite provenant des fontaines de la Faurie et l'autre à gauche. Ces ruisseaux possèdent des Ecrevisses et fournissent aux Salmonides d'excellentes frayères.

Du village de Vaulnaveys-le-Haut à l'embouchure. — Le Ruisseau de Vernon traverse le village de Vaulnaveys et, après avoir reçu les eaux du Ruisseau de Prémol, il serpente dans les prairies jusqu'en face du village des Travers, point où il se trouve canalisé jusqu'à son embouchure.

Dans les parties en prairies, le Ruisseau de Vernon a une largeur moyenne de 3 m. 50 et une profondeur de 0 m. 60; ses eaux limpides, courant sur un fond de gravier et de sable, souvent garni de végétation aquatique, le rendent très propice à la pisciculture; ses bords, taillés dans la terre végétale, complantés d'arbres de diverses essences qui viennent entrecroiser leurs racines dans l'eau, en font un ruisseau affectionné par les Ecrevisses.

Dans sa partie canalisée, le Ruisseau de Vernon a une largeur de 4 m. 50 et une profondeur de 0 m. 40, avec un fond de cailloux et de sable. La vitesse de l'eau est un peu plus rapide que dans la partie précédente.

En amont de Vizille, le Ruisseau de Vernon entre dans le parc du château de Vizille et, avant de se jeter dans un des canaux de la Romanche, mêle ses eaux à celles de la grande nappe d'eau du château.

Faune nutritive (par ordre de fréquence) :

Crevette.

Larves de Phryganéides (*Hydropsyche, Drusus, Goera*).

Larves d'Ephémérides (*Bœtis, Ecdyurus*).

Larves de Perlides (*Perla, Nemoura*).

Larves de Diptères (*Simulium*).

Planaires, Limnées.

Capacité biogénique : VI.

Des repeuplements de Truite indigène et de Truite arc-en-ciel, effectués dans ce ruisseau par les soins de la société « la Gaule » (section de Vizille), ont donné d'excellents résultats.

Affluent du Ruisseau de Vernon.

Rive gauche.

G¹. Ruisseau de Prémol.

La source du Ruisseau de Prémol est constituée par l'émissaire temporaire du lac Luitel. Après un court trajet à travers la forêt, il reçoit, aux environs de la maison forestière de Prémol, les Ruisseaux de Boulac, du Rocher Blanc et de Combe Noire. Les deux premiers de ces ruisseaux traversent un étang qui, jusqu'à ces derniers temps, a été loué à une société de pêche et que l'Administration des Eaux et Forêts songe actuellement à transformer en bassin de reproduction de Salmonides.

En aval de la maison forestière, le Ruisseau de Prémol se creuse une gorge profonde où il coule sur un lit de cailloux et gros blocs, formant d'innombrables cascatelles.

Température : de 8° à 10°.

Largeur moyenne : 3 mètres; profondeur : 0 m. 20.

Au village de la Gorge, ce ruisseau donne de la force à un moulin et à une scierie. Ses eaux sont ensuite canalisées en partie et détournées de leur cours naturel pour alimenter différentes usines (moulin à huile, serrurerie) dans le village de Vaulnaveys, où le canal est déversé dans le Ruisseau de Vernon.

En aval du village de la Gorge, le cours naturel du Ruisseau de Prémol descend à travers les prairies et côtoie, sur une longueur de 2 kilomètres environ, le côté gauche de la route de Grenoble à Vizille. Au moment des basses eaux, il arrive que cette partie du ruisseau est asséchée. Avant de rejoindre le

Ruisseau de Vernon, il reçoit sur sa rive gauche les eaux du Ruisseau de Maille, qui n'est permanent que dans la partie inférieure de son cours, où il présente des frayères à Salmonides et est peuplé d'Ecrevisses.

Faune nutritive (par ordre de fréquence) :

Larves d'Ephémérides (*Ecdyurus, Bœtis*).
Larves de Perlides (*Nemoura*).
Larves de Phryganéides (*Hydropsyche, Drusus*).
Larves de Diptères (*Simulium, Tipula*).

Capacité biogénique : IV.

La faune piscicole est représentée par la Truite commune.

Résumé.

RUISSEAU DE VERNON

Cours d'eau ni navigable ni flottable, à caractère de torrent essentiellement salmonicole.

Communes traversées : Vaulnaveys-le-Haut, Vaulnaveys-le-Bas, Vizille.

Altitude de la source : 1.900 mètres; de l'embouchure : 235 mètres.

Longueur totale : 13 kilomètres.

Longueur utilisable au point de vue piscicole : 11 kilomètres.

Largeur moyenne : 3 m. 50.

Profondeur moyenne : 0 m. 40.

Faune nutritive : Crevette, larves de Phryganéides, larves d'Ephémérides, larves de Diptères, larves de Perlides.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : VI.

Faune piscicole : Truites, Ecrevisses.

Frayères à Salmonides : de Vaulnaveys-le-Haut aux Travers.

Périodes de frai de la Truite : novembre, décembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le ruisseau : 540.

Epoque la plus favorable aux déversements : mai.

Espèces à propager : Truite commune, Truite arc-en-ciel, Saumon de fontaine.

Affluent du Ruisseau de Vernon.

G¹. Ruisseau de Prémol.

Longueur piscicole : 3 kilomètres.

Largeur moyenne : 3 mètres.

Profondeur : 0 m. 20.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, larves de Perlides, larves de Phryganéides, larves de Diptères.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : IV.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : aux abords de la maison forestière de Prémol.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement par kilomètre : 350.

Epoque la plus favorable aux déversements : mai.

Espèce à propager : Truite indigène.

IX

AFFLUENTS DE LA ROMANCHE (rive droite) De Vizille au Saut-du-Moine (conflᵗ de la Romanche et du Drac) et CANAUX DE LA ROMANCHE

La Romanche, de Vizille à son confluent avec le Drac, reçoit sur sa rive droite deux petits affluents : le Ruisseau de Cornage et le Ruisseau de Basse-Jarrie.

Le Ruisseau de Cornage, qui descend du village de ce nom, avant de se jeter dans la Romanche, s'étale, sur une longueur de 800 à 900 mètres, en un vaste marais. Ce marais à l'eau très claire, dont le fond est couvert d'une épaisse végétation, est très riche en larves de Phryganéides, d'Ephémérides, de Diptères, de Crevettes, aussi sa faune piscicole était-elle riche. Malheureusement, le braconnage a sévi sur ce ruisseau de telle façon qu'elle est presque nulle à l'heure actuelle. Il serait à désirer que des repeuplements en Truite arc-en-ciel rendent à ces eaux leur richesse perdue.

Capacité biogénique : VI.

Quantité d'alevins qu'il peut recevoir : 450.

Le Ruisseau de Basse-Jarrie, dont la source et une grande partie du cours se trouvent dans des propriétés closes, se jette dans la Romanche au Saut-du-Moine.

C'est un ruisseau qui, dans le dernier kilomètre de son cours, a une largeur de 1 m. 50 et une profondeur de 0 m. 40.

Les eaux très claires de ce ruisseau, qui présente des frayères naturelles, sont visitées par les poissons de la Romanche, principalement la Truite et le Chabot.

Faune nutritive : Crevette (dominante), larves de Phryganéides, de Perlides, d'Ephémérides, de Diptères.

Capacité biogénique : V.

Quantité d'alevins qu'il peut recevoir : 400 à 500.

Canaux de la Romanche.

Trois canaux principaux prennent leurs eaux dans la Romanche pour servir soit à donner de la force à des usines, soit à l'arrosage.

Ces canaux n'ont par eux-mêmes aucune valeur piscicole, mais ils servent de refuge aux poissons de la Romanche; aussi sont-ils très fréquentés par les pêcheurs qui y font de fructueuses prises.

Deux de ces canaux s'embranchent en amont de Vizille, vers le village du Péage; ils cheminent l'un à gauche, l'autre à droite de la route du Bourg-d'Oisans et, après la traversée de la ville de Vizille, se rejoignent aux abords de l'hôpital pour rendre leurs eaux à la Romanche à quelques mètres en amont de l'embouchure du Ruisseau de Cornage.

Ces canaux traversent de nombreuses usines (papeteries, soieries, serrureries, construction mécanique, etc.).

On y pêche de la Truite, du Meunier, du Hotu, de l'Ombre commun (rare).

L'un de ces canaux reçoit, dans la ville de Vizille, les eaux du parc du château. Le château de Vizille, où est installé un établissement de pisciculture d'une très grande importance, est alimenté par la source de la Duy, dont le débit est considérable.

L'établissement de pisciculture du château de Vizille, qui produit annuellement plus d'un million d'œufs de Truites indigènes et de Truites arc-en-ciel, fait l'élevage des Salmonides dans une nappe d'eau très étendue. Cet établissement de pisciculture a été étudié en détail par M. le Professeur Léger dans « Poissons et Pisciculture dans le Dauphiné[1] ».

Le dernier canal de la Romanche prend les eaux de cette rivière à côté de l'embouchure du Ruisseau de Cornage.

Depuis son origine jusqu'au barrage d'une usine électrique placée près du nouveau pont de Champ, on pêche les mêmes poissons que dans les deux autres, et principalement de la Truite.

A 1 kilomètre environ du village de Pont-de-Claix, ce canal se divise en deux : la branche de gauche côtoie le Drac, donne de la force aux papeteries du Pont-de-Claix et, en aval de ce village, suit quelque temps le cours de Saint-André pour entrer à Grenoble au quartier des Eaux-Claires. La branche de droite se

---

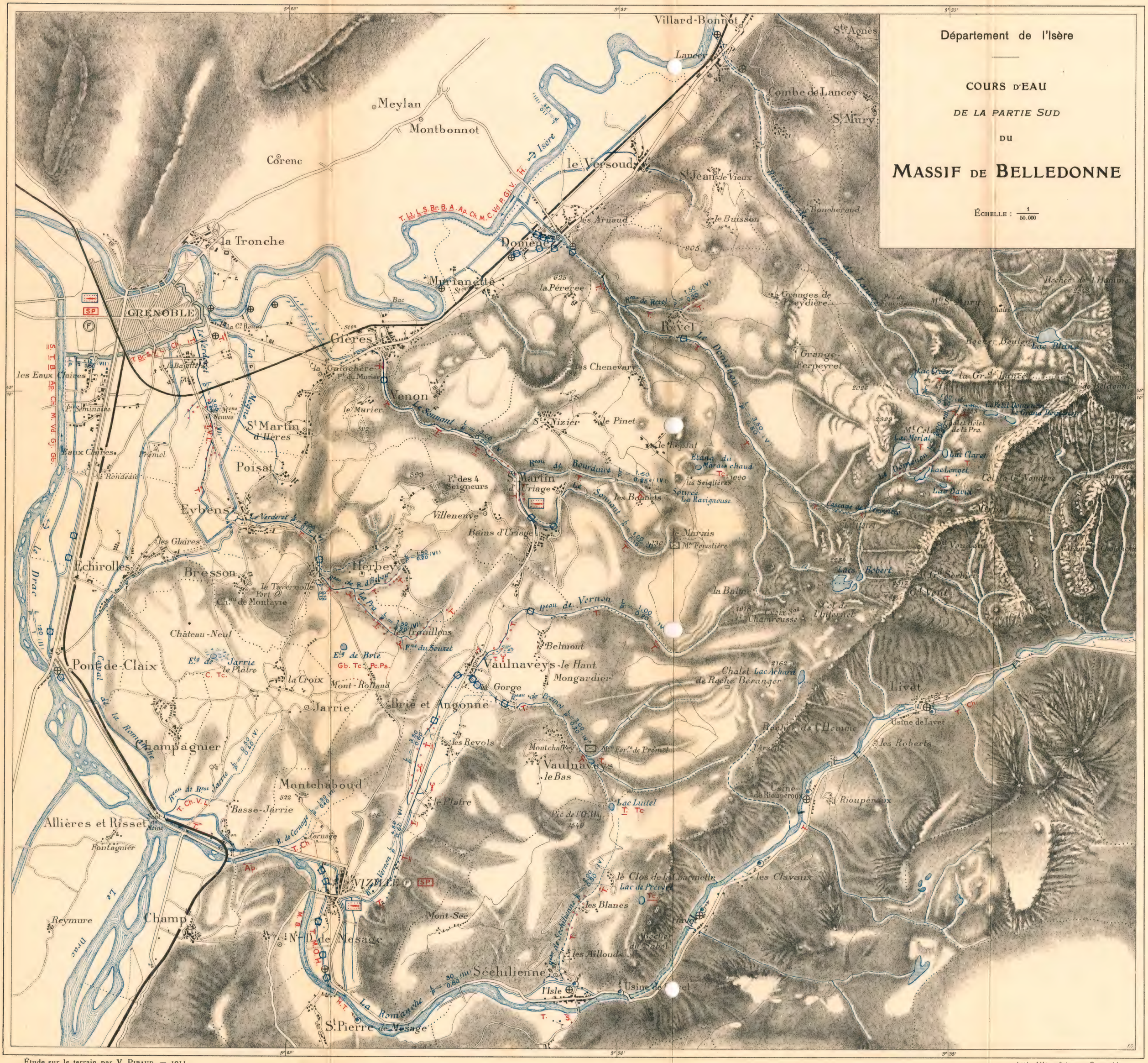
[1] *Annuaire de la Société des Touristes du Dauphiné*, 1908, et *Travaux du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble*, 1909, 2e fasc.

divise elle-même bientôt pour former divers canaux d'irrigation dans la plaine d'Echirolles et une branche, après avoir côtoyé les collines d'Echirolles et de Bresson, traversé le village d'Eybens et recueilli les eaux du Ruisseau de Saint-Martin-d'Hères, forme la Mogne, qui se jette dans l'Isère à Grenoble, au Polygone du génie, et qui, jusqu'à une certaine distance de son embouchure, est visitée par de nombreuses Truites remontant de l'Isère.

Tous ces canaux n'ont aucune valeur piscicole; ils sont asséchés à maintes reprises pour le nettoyage, les besoins industriels ou les besoins de l'arrosage. De plus, ils reçoivent tous, de la part des usines qu'ils traversent, des déversements plus ou moins nocifs (papeteries, métallurgies, teintureries, etc.).

CARTE HYDROBIOLOGIQUE PISCICOLE DES COURS D'EAU ALPINS

Publiée sous la direction du Prof^r L. LÉGER, *Directeur du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble.*


Département de l'Isère
COURS D'EAU
DE LA PARTIE SUD
DU
MASSIF DE BELLEDONNE
ÉCHELLE : 1/50.000
GRENOBLE
Meylan
Montbonnot
Corenc
Villard-Bonnot
Lancey
Combe de Lancey
St Agnès
St Mury
le Versoud
St Jean-le Vieux
la Tronche
Domène
Murianette
Gières
Venon
St Martin d'Hères
Poisat
Eybens
Échirolles
Bresson
Herbey
St Martin d'Uriage
Revel
Vaulnaveys-le Haut
Vaulnaveys-le Bas
Brié et Angonne
Jarrie
Pont-de-Claix
Champagnier
Montchaboud
Allières et Risset
Champ
N.-D. de Mesage
VIZILLE
Séchilienne
St Pierre de Mesage
Livet
Usine de Livet
Usine de Rioupéroux
Rioupéroux
les Roberts
les Clavaux
Lac Luitel
Lac Achard
Chalet de Roche Béranger
Lac Blanc
Lac Noir
Lac Claret
Lac Lenget
Lac David
Lacs Robert
Lac de Prémol
Étang du Marais chaud
Source La Ravignouse
Bains d'Uriage
Villeneuve
Mont-Rolland
Mont-Sec
Pic de l'Oly 1549
Le Drac
La Romanche
Le Verderet
La Vaudaine
Le Sonnant
Le Sonnaut
Le Dénaison
Le Vernon
Le Bréon
Le Canal de la Romanche
Ruisseau de la Combe de Lancey
Ruisseau de la Gorge
Ruisseau de Revel
Ruisseau de Bourdure
Ruisseau de Prémol
Ruisseau de Vernon
Ruisseau de Cornage
Ruisseau de Basse Jarrie
Ruisseau de R. d'Herbey
Ruisseau de Séchilienne
Étg de Jarrie le Plâtre
Étg de Brié
Étang du Sauzet
Étang du Scuzet
Étang du Marais
Étang de Prémol
Étang du Sabot
Étang de Jarrie
Étang de Brié
Étang du Marais
Étang du Marais chaud

SOMMAIRE DU FASCICULE

L. Eynard. — Première contribution à l'étude de la faune des Cladocères des étangs de Nantoin (Isère).

Louis Léger. — Étude sur les conséquences de l'industrialisation d'un lac au point de vue de l'hygiène et de la pisciculture.

Victor Piraud. — Dossiers piscicoles des cours d'eau alpins. — Monographie et carte hydrobiologiques piscicoles des cours d'eau de la partie sud du massif de Belledonne.

597
G86t
1913

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

UNIVERSITY OF
ILLINOIS LIBRARY

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur du Laboratoire

Ve ANNÉE

Année 1913

Fascicule unique

UNIVERSITY OF ILLINOIS
MAY 26 1967
LIBRARY

GRENOBLE
TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES
Cours de Saint-André, 26

1914

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

TRAVAUX

DU

LABORATOIRE DE PISCICULTURE

DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION DE

L. LÉGER

Professeur à la Faculté des Sciences

Directeur du Laboratoire

Ve ANNÉE

Année 1913

Fascicule unique

GRENOBLE

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE ALLIER FRÈRES

Cours de Saint-André, 26

1914

SOMMAIRE DU FASCICULE

L. Léger. — Essai sur la mise en valeur piscicole des lacs alpins de haute altitude. — Expériences et conclusions.

L. Léger. — Élevage intensif de la Truite en espace limité. — Conditions nécessaires à sa réalisation.

A.-Ch. Hollande. — Valeur nutritive de la chair de quelques poissons exotiques acclimatés en France.

L. Léger et O. Duboscq. — Le cycle évolutif de *Porospora portunidarum* Frenzel.

L. Léger et O. Duboscq. — Sur les premiers stades du développement des Grégarines du genre *Porospora* (= Nematopsis).

L. Léger et O. Duboscq.— Sur une nouvelle Schizogrégarine à stades épidermiques et à spores monozoïques.

Léon Perrier. — Dossiers piscicoles des cours d'eau alpins. — Monographie hydrobiologique piscicole du bassin de la Romanche, *avec carte*.

ESSAI SUR LA MISE EN VALEUR PISCICOLE DES LACS ALPINS DE HAUTE ALTITUDE[1]

EXPÉRIENCES ET CONCLUSIONS

Par M. le Dr L. LÉGER,

Directeur du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble.

I

La Truite dans les lacs alpins.

Nous ne possédons actuellement aucune donnée précise sur la mise en valeur piscicole des lacs de haute montagne en France. J'entends par lacs de haute montagne ceux dont l'altitude n'est pas inférieure à 1500 mètres et qui, en raison du climat qui sévit dans ces régions, sont dans des conditions très différentes des lacs bas, dues surtout à leur long sommeil hibernal qui entraîne, avec une basse température, l'absence ou la pauvreté de végétation et de faune nutritive.

Et cependant la mise en valeur de ces eaux, exclusivement propices à la Truite, présente, lorsqu'elles sont d'un accès relativement facile, de jour en jour plus d'intérêt en raison du développement croissant du tourisme qui rend plus visités nombre de nos massifs montagneux autrefois ignorés et crée par cela même de nombreux points de séjour, chalets, hôtels, dans des

[1] Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble*, tome XXV, n° 3, 1913.

zones où l'on ne pouvait autrefois que passer rapidement sans songer à y séjourner ne fût-ce que l'instant d'y déjeuner.

Quel est le touriste qui n'oserait avouer sa douce satisfaction, après une longue randonnée dans les rocs et les vallons, de voir offrir à son appétit, sainement aiguisé à la brise des hautes cimes, la Truite succulente et dorée du lac ou du torrent voisin!

N'est-ce pas un attrait de plus, et non des moindres, qui vient s'ajouter aux fortes et multiples sensations que procure la montagne! Nous savons ici combien sont recherchées les stations à Truites et nous voyons les touristes qui pratiquent le sport de la pêche en montagne venir toujours plus nombreux là où ils peuvent exercer leur sport favori avec quelque chance de succès.

La Truite est donc le complément pour ainsi dire indispensable de la montagne touristique. Elle doit faire, en quelque sorte, partie des joies promises aux alpinistes et elle est en même temps pour nos montagnards une double source de richesse : par le revenu qu'elle permet de retirer d'eaux jusqu'ici sans rapport, par le mouvement de tourisme qu'elle provoque vers les stations où on sait devoir la rencontrer.

Malheureusement, aujourd'hui, de telles stations sont rares en haute montagne, ou si pauvres qu'on ose à peine les recommander et cela même dans les régions qui semblent le mieux favorisées à ce point de vue par le voisinage de lacs ou de cours d'eau. C'est qu'une pêche irraisonnée ou un braconnage éhonté ont dépeuplé ceux-ci ou bien, et cela est le cas le plus fréquent, c'est qu'on n'a pas jusqu'ici songé à les mettre en valeur par un repeuplement rationnel et méthodique. A cela il y avait autrefois l'excuse du manque de débouchés. Aujourd'hui, la seule excuse est l'ignorance ou l'incertitude d'un rendement possible.

C'est cette ignorance ou cette incertitude que nous voulons essayer de dissiper, en montrant, par l'expérience qui est la seule méthode à adopter pour de telles questions, ce que l'on peut attendre d'une mise en valeur méthodique et rationnelle des lacs élevés.

Nous ne nous occuperons pas aujourd'hui de préciser les

conditions hydrologiques nécessaires à l'acclimatation de la Truite dans les lacs de montagne, cette étude que nous poursuivons et qui doit reposer sur de nombreux documents statistiques n'étant pas encore achevée. Mais nous pouvons dire dès maintenant que lorsque le lac présente au moins une profondeur de 8 mètres et un écoulement hibernal constant ou à fréquentes intermittences, ces conditions sont généralement remplies. C'est le cas de la plupart de nos lacs alpins en Dauphiné. Aussi voyons-nous un certain nombre d'entre eux héberger actuellement des Truites, mais généralement sous forme de vieux et rares sujets introduits jadis, pour la plupart à des dates inconnues, et ne constituant pas pour eux un rendement piscicole méritant d'être pris en considération. La présence de Truites dans ces lacs est néanmoins pour nous fort intéressante, car elle nous donne l'assurance que leurs eaux sont propices à l'essai d'une mise en valeur méthodique. Quant à ceux qui n'en possèdent pas, soit parce qu'on n'y en a jamais mis, soit que les rares sujets qui s'y trouvaient aient disparus par extinction, nous avons la conviction qu'ils peuvent en héberger s'ils réunissent les deux conditions essentielles citées plus haut, abstraction faite bien entendu de ceux, extrêmement rares, dont les eaux seraient chimiquement impropres à la vie du poisson.

Voici, à notre connaissance, les lacs alpins qui, dans le département de l'Isère, renferment actuellement de la Truite :

Massif de Belledonne.

Lacs du Doménon (2400 m.). Truites arc-en-ciel et Saumons de fontaine, introduits par nous, à la demande du Club Alpin, en 1906.

Lac Crozet (1968 m.). Truites indigènes peu nombreuses.

Lac Claret (2000 m.). Truites indigènes peu nombreuses [1].

---

[1] Ce lac a malheureusement été balayé par une avalanche il y a quelques années. Il n'y reste donc probablement plus de Truites. Nous nous proposons de le repeupler dès la campagne prochaine.

Lac Merlat (2000 m.). Truites indigènes peu nombreuses.

Lac Longet (2000 m.). Truites indigènes peu nombreuses.

Lac David (2100 m.). Truites indigènes peu nombreuses.

Massif des Sept-Laux.

Lac Carré (2141 m.). Truites indigènes à chair saumonée.

Lac de la Motte (2150 m.). Grosses Truites indigènes et Vairons (*Phoxinus*).

Lac Cotepen (2151 m.). Nombreuses Truites indigènes de belle venue.

Lac de Cos (2182 m.). Nombreuses Truites indigènes. Vairons.

Lac Jeplan (entre 2000 et 2180 m.). Vairons (pas de Truites).

Lac de la Corne (entre 2000 et 2180 m.). Grosses Truites indigènes et Vairons nombreux.

Lac de la Sagne (entre 2000 et 2180 m.). Truites indigènes maigres. Quelques Vairons.

Massif des Rousses.

Lac Besson (2000 m.). Quelques grosses Truites indigènes.

Massif du Pelvoux.

Lac Lovitel (1800 m.). Quelques grosses Truites indigènes introduites en 1780 par l'abbé Garden, curé de Venosc.

Lac de la Muselle. Quelques Truites indigènes.

Lac de la Barre (2300 m. environ). Quelques Truites indigènes.

Massif du Taillefer.

Lac Fourchu (2000 m.). Quelques grosses Truites indigènes. Vairons.

Lac du Poursellet (1550 m.). Truites indigènes assez nombreuses.

Photog. E. Duchemin.

LE LAC BROUFFIER (2105 m)
Massif du Taillefer (Alpes dauphinoises) en juin 1912

Lac du Petit Pré (2000 m. environ). Quelques Truites indigènes.

Lac Brouffier (2105 m.). Quelques grosses Truites indigènes éteintes aujourd'hui. Truites arc-en-ciel assez nombreuses introduites par notre essai ci-dessous relaté.

Dans cette liste je ne comprends pas, bien entendu, les lacs de montagne situés au-dessous de 1500 mètres qui, au point de vue piscicole, sont, pour la plupart, des lacs mixtes, c'est-à-dire renfermant Truites et Cyprinides. Les principaux d'entre eux sont : le groupe des lacs de Laffrey, 911 à 930 mètres (Truites, Omble-Chevaliers, Brochets, Perches et Cyprinides), qui fera prochainement l'objet d'une étude détaillée; le petit lac de Luitel, 1235 mètres (Truites et Tanches); de Saint-Sixte, 721 mètres (Cyprinides); de Saint-Julien-de-Ratz, 687 mètres (Cyprinides); ni les grands lacs situés plus bas, presque des lacs de plaine : Paladru, 500 mètres (Omble-Chevaliers, Brochets, Perches, Cyprinides), et Aiguebelette (Savoie), 374 mètres (Lavarets, Brochets, Perches, Cyprinides et quelques Truites).

On voit par cette rapide énumération que, à part certains lacs des Sept-Laux et le lac du Poursellet, qui sont assez peuplés, tous les autres, bien que propices à la Truite, n'en renferment cependant qu'une quantité insignifiante et ne valent pas la peine, actuellement, d'être exploités à ce point de vue. C'est qu'on s'est contenté d'y introduire jadis quelques sujets, puis on ne s'en est plus occupé. Dans ceux qui, comme certains lacs des Sept-Laux et le Poursellet, ont des affluents convenablement disposés pour des frayères naturelles, la Truite a pu se multiplier; c'est pourquoi ils sont encore aujourd'hui assez poissonneux; mais dans les autres, les sujets se sont raréfiés et s'éteignent peu à peu. Est-ce à dire que ces derniers et ceux qui sont encore aujourd'hui inhabités sont impropres à toute exploitation piscicole, ou peut-on espérer, par des peuplements rationnels et périodiques, en retirer un revenu digne d'attention? Pour que cet espoir se réalise, il faut évidemment que ces lacs, dont

l'eau est *a priori* propice, offrent en outre des conditions nutritives suffisantes. Or n'y a-t-il pas lieu de penser que, précisément, ces conditions de nutrition sont toujours insuffisantes dans ces lacs d'altitude au sommeil hibernal si prolongé et dont aucune végétation ne vient en été ombrager les bords?

C'est évidemment l'objection qui se présente de suite à l'esprit. Sans nous y arrêter cependant, nous avons voulu, dans ces dernières années, tenter une expérience décisive de mise en valeur d'un lac élevé (au-dessus de 2000 m.) placé apparemment dans des conditions nutritives défavorables, afin d'être fixé sur ce point capital, car c'est la réponse à cette question importante au point de vue économique : *Les lacs de haute altitude sont-ils susceptibles d'un rendement piscicole important?*

Les documents que nous possédons actuellement pour répondre à cette question sont du reste, au moins chez nous, à peu près nuls. Nous savons seulement qu'un essai de peuplement du lac de Barroudes, situé dans les Pyrénées, à 2415 mètres d'altitude, et effectué en 1906 avec des Truites arc-en-ciel d'un an, paraît avoir été suivi de succès, puisque dans l'été de 1907 et de 1908 on vit nager des Truites notablement plus grosses que celles qu'on y avait mises [1].

Nous-mêmes, en 1906, avons introduit, avec le concours du Club Alpin, dans le lac du Doménon, situé à 2400 mètres d'altitude dans le massif de Belledonne (Alpes du Dauphiné), un certain nombre d'alevins de six mois de Truite arc-en-ciel et de Saumon de fontaine. Nous avons su que, dans ces dernières années, quelques fort beaux sujets y ont été pêchés par des pêcheurs de passage, mais nous n'avons pu les voir et par conséquent reconnaître ni l'espèce ni le coefficient de croissance. Ce sont donc là simplement des constatations qui nous apprennent que ces poissons peuvent s'adapter à ces conditions de vie au moins en apparence précaire, mais qui sont insuffisantes pour permettre de décider si et comment, au point de vue économique,

---

[1] Paul Descombe, *Bulletin populaire de la Pisciculture*, 2e année, n° 7, 1909.

le problème vaut la peine d'être tenté, comment il faut l'aborder, quelles en sont les données et quels résultats on peut en attendre.

Pour essayer de résoudre ces importantes questions, nous avons pris comme champ d'expérience le lac Brouffier, petit lac d'altitude élevée (2105 m.) et complètement dépourvu de poissons au moment de notre peuplement. Avec le concours dévoué de M. le Conservateur des Eaux et Forêts Mathey et grâce à l'initiative et à l'aide matérielle du Dr Perriol, auxquels je tiens avant tout à exprimer ici mes très vifs remerciements, nous y avons déversé un certain nombre d'alevins au début de l'été et deux ans plus tard nous avons effectué des pêches méthodiques en notant soigneusement le poids, les caractères extérieurs, le contenu stomacal des sujets et la qualité de la chair.

Dans le même temps que nous poursuivions cette expérience, la 5e Conservation des Eaux et Forêts effectuait un essai également fort intéressant dans un autre lac alpin de Savoie, le lac du Loup, situé toutefois à une altitude beaucoup plus basse (1450 m.) et ne rentrant pas, par conséquent, dans la catégorie des lacs de haute montagne. Les résultats en sont néanmoins des plus instructifs à connaître. Ils s'accordent d'ailleurs pleinement avec les nôtres tout en exprimant un rendement encore plus élevé en raison de la capacité biogénique du lac et des conditions biologiques évidemment plus favorables, à une altitude moins élevée. Nous les relaterons brièvement à la suite de nos expériences sur le lac Brouffier, et nous essaierons de tirer les conclusions de ces deux importants essais dont voici les données et les résultats autant qu'il a été possible de les préciser :

II

Essai de peuplement piscicole au lac Brouffier.

Le lac Brouffier est situé à l'altitude de 2105 mètres, dans le massif granitique du Taillefer, au pied de l'arête du Brouffier,

dans une dépression abritée du côté du Sud et du Nord par une muraille rocheuse et largement ouverte à l'Ouest du côté de l'émissaire.

Sa superficie est d'environ 1 hect. 5. Il est de forme ovalaire, plus étroit à l'extrémité Nord-Est où arrive l'affluent et élargi à l'Ouest où s'échappe l'émissaire; un tout petit îlot est situé dans la partie élargie. Sa profondeur n'a pas été déterminée d'une façon précise. On l'évalue en moyenne à 8 ou 10 mètres, mais du côté où arrive l'affluent (extrémité N.) il y a une fosse profonde qui doit atteindre 12 à 15 mètres. L'eau est très limpide, vert bleuâtre.

Le lac montre une beine régulière de 2 mètres de largeur environ, formée de cailloux granitiques anguleux brunâtres, sans végétation aquatique autre que, par place, des touffes d'algues vertes du genre *Zygnema*. En dedans de la beine, le mont s'incline avec une pente de 30° environ et conduit à un fond d'aspect uniforme de couleur gris bleu formé de vase ou de sable très fin.

Le lac est gelé pendant sept mois de l'année, de décembre à juin. La température de l'eau la plus élevée que nous ayons relevée à la surface est de 7°,5 C., le 28 juillet 1912, vers 10 heures du matin; mais elle doit s'élever encore sans doute de quelques degrés le soir des chaudes journées d'été.

Le lac est alimenté par un affluent de 2 à 3 mètres de large sur 0 m. 10 de profondeur qui lui apporte, à son extrémité sud, une eau glacée coulant sur un fond de cailloux. Il est bien visible sur la photographie planche II (à gauche). Les bords du lac sont enneigés jusqu'à la fin de juin. A cette époque, en 1912, il y avait encore une assez grande quantité de neige sur sa rive gauche du côté de l'arête du Brouffier (pl. I) où l'on voit l'affluent encore recouvert d'un névé en sablier. En raison de l'altitude et de l'exposition du lac, il n'y a aucune végétation arborescente autour et dans son voisinage. Seul un maigre gazon croît entre les nombreuses pierres d'éboulis ou dans le creux des rochers.

Sur les bords immédiats du lac, dans la partie plate et par en-

Photog. E. Duchemin.

LE LAC BROUFFIER (2105 m)
en août 1910.

droits marécageuse, nous avons noté outre le gazon de Graminées du bord des eaux :

Chenopodium Bonus Henricus, L.
Ranunculus aconitifolius, L.
R. pyreneus, L.
Gagea Liottardi, Schult.
Aronicum scorpioïdes, D. C.
Sisymbrium pinnatifidum, D. C.

Sur les rochers voisins :

Sorbus chamæmespilus, Crantz.
Trifolium Alpinum, L.
Anemone alpina, L.
Silene rupestris, L.
Saxifraga androsacea, L.
Viola calcarata, L.

Dans les eaux mêmes du lac, aucune végétation, sauf en quelques endroits d'épais flocons de conferves signalés plus haut sur la beine et appartenant au genre *Zygnema.*

La faune nutritive du lac est pauvre. Faute de bateau, nous n'avons pu faire, il est vrai, de pêches au filet fin pour en étudier le plankton, mais c'est une lacune qui n'est pas si grave qu'on pourrait le penser, car, ainsi qu'on le verra plus loin, nous n'avons trouvé aucun organisme planktonique, sauf des larves de *Corethra,* dans l'estomac des nombreux poissons examinés.

Cette observation est importante, car elle montre que la capacité biogénique (valeur nutritive) des lacs de montagne n'est pas exclusivement fonction de sa teneur en plankton et autres éléments endogènes. Si le plankton est nécessaire pour l'alimentation des très jeunes alevins, il n'est plus indispensable pour les sujets plus gros (du moins les Truites arc-en-ciel) qui ne le recherchent même pas.

Comme faune aquatique nous avons trouvé :

Gammarus pulex assez fréquent sous les pierres de la beine

et en exemplaires de si grosse taille que nous avons tout d'abord hésité à les rapporter à cette espèce. M. E. Chevreux, qui a bien voulu les examiner, nous a confirmé cette détermination en nous faisant remarquer la grande variabilité de taille de cette espèce qui se montre énorme, trapue et faiblement colorée dans certains de nos lacs alpins.

Larves de *Phryganides* à fourreaux en petits cailloux.

Larves de *Sialis* dans les endroits à fonds vaseux.

Larves de *Chironomides* dans les mêmes fonds.

Larves de *Corethra* (pélagiques).

Têtards de *Rana temporaria* dans de petites flaques d'eau en communication avec le lac.

Tous ces différents organismes sont peu nombreux et le lac donne l'impression d'une eau de très faible valeur nutritive.

Les habitants du pays nous ayant assuré que le lac hébergeait autrefois de belles Truites et qu'il en renfermait certainement encore quelques-unes, nous décidâmes de les capturer avant de procéder aux premiers essais de peuplement.

Quatre grands filets dits « araignées » furent tendus un soir de juillet en travers du lac et le lendemain à la première heure deux énormes Truites s'y étaient empêtrées. L'une était déjà morte, elle s'était noyée à la suite de vains efforts qu'elle avait dû faire pour se délivrer et qui n'avaient réussi qu'à l'immobiliser de plus en plus. Il nous fut malheureusement impossible de l'avoir, car en retirant les filets elle se décrocha et roula au fond du lac où personne n'osa plonger pour tenter d'aller la chercher. C'était une superbe Truite indigène à la robe tachetée et paraissant du poids de 5 à 6 kilogrammes.

Nous fûmes plus heureux avec la seconde qui était pourtant encore fort vive, mais plus solidement maillée. C'était également une Truite indigène, un sujet bécard à robe bien mouchetée. Son poids était de 4 k. 150. L'autopsie nous montra qu'il s'agissait d'un sujet mâle à organes génitaux atrophiés. Le poisson était très gras, avec une chair fortement saumonée d'une exquise finesse.

En raison de l'apparence de pauvreté du lac, il était de tout intérêt de rechercher quelle était la nourriture habituelle d'un animal de si belle venue. Le contenu stomacal fut donc examiné avec soin. Il était à peu près exclusivement composé de Crevettes (*Gammarus pulex*) en quantité énorme, avec seulement deux ou trois larves de *Sialis*. Nous avons donc là, une fois de plus, la confirmation de notre théorie de la salmonisation de la chair des Truites au dépens du lipochrome des Crevettes d'eau douce, dont nous avons d'ailleurs fourni la démonstration par des expériences de laboratoire, il y a déjà une dizaine d'années.

A la suite de cette pêche qui débarrassait le lac des plus redoutables ennemis des alevins, on résolut de pratiquer un repeuplement méthodique, lequel fut effectué avec des alevins de Truite arc-en-ciel (1.500 environ), une centaine d'alevins de *Salmo alsaticus* et d'Omble-Chevalier. Ces alevins (de cinq mois environ) furent déposés dans le lac au mois de juin 1910.

L'année suivante, à la belle saison, on les revit en grand nombre et de belle taille, mais on décida, afin de ne pas attirer l'attention des braconniers, de ne faire des pêches que la deuxième année où, d'après nos prévisions basées sur leur croissance, ils devaient donner déjà de fort beaux sujets marchands.

C'est donc en 1912, le 7 juillet, que nous décidâmes notre première pêche de contrôle. Le résultat fut aussi intéressant que décisif. Des filets à trop larges mailles et de dimensions insuffisantes furent tendus le soir par un temps défavorable. Malgré ces conditions désavantageuses, le lendemain matin ils étaient émaillés d'une vingtaine de Truites d'un poids moyen de 300 grammes. La plus grosse atteignait 350 grammes, les plus petites 225 à 250 grammes (pl. III).

Le 28 juillet, 22 autres Truites non moins belles étaient pêchées avec des filets plus perfectionnés, mais qui avaient beaucoup souffert d'une rafale nocturne (pl. IV).

Entre temps, d'habiles pêcheurs à la mouche artificielle, exerçant leur talent, avaient fait surgir des eaux limpides du lac une ample moisson de Truites irisées et de Saumons d'Alsace.

D'autres pêcheurs à la ligne plombée, amorcée avec le ver de terre, ont pris, dans le ruisseau émissaire, en l'espace d'un mois, plus de 50 Truites arc-en-ciel.

Bref, nous pouvons donc affirmer que le repeuplement du lac et de l'émissaire avait été suivi d'un plein succès.

Ces beaux résultats, trop vite ébruités par les échos de la montagne, attirèrent bientôt l'attention des braconniers qui, aux aguets et mieux exercés, firent par la suite des moissons bien plus fructueuses que les nôtres, ainsi que cela nous a été rapporté et ensuite démontré judiciairement. Outre qu'il est toujours désagréable de se voir privé d'une bonne partie du fruit de ses efforts, nous le regrettons pour deux raisons : d'abord parce que nous ne pouvons pas établir le pourcentage de rendement et ensuite parce qu'il nous sera maintenant difficile, sinon impossible, de voir quelle sera la croissance ultérieure des sujets qui auraient dû rester et leur capacité génératrice.

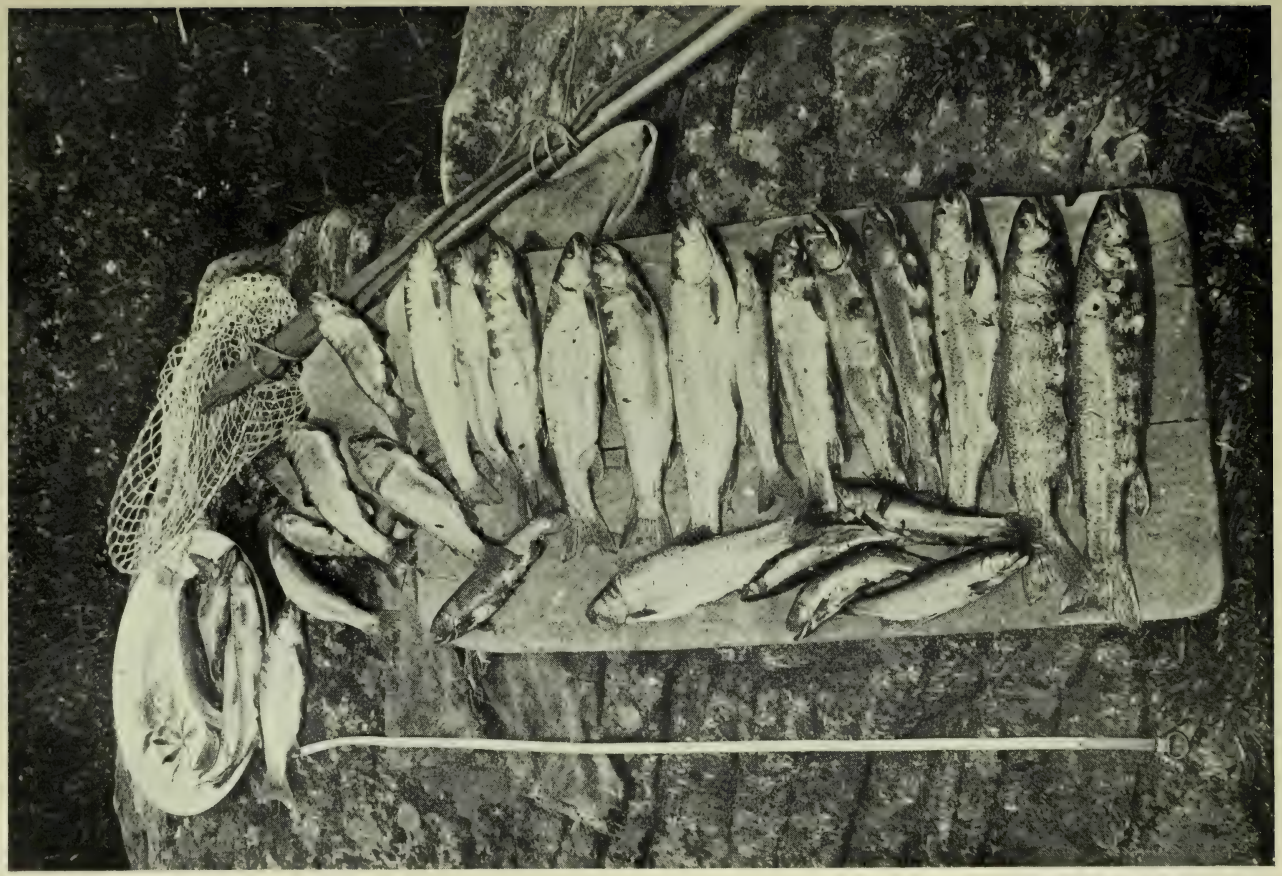
Malgré cela, nos résultats sont suffisamment expressifs pour montrer l'intérêt de cet essai. Ils méritent d'être précisés et résumés sous une forme technique :

Dans le lac Brouffier (2105 m. d'altitude), lac gelé sept mois de l'année, dépourvu de végétation aquatique et débarrassé de tout poisson, ont été placés, en juin 1910, 1.500 alevins de trois mois de Truite arc-en-ciel auxquels se trouvent fortuitement mélangés quelques alevins de Truite indigène, une centaine de *Salmo alsaticus* de la même année et quelques alevins d'Omble-Chevalier.

Vingt-six mois plus tard (juillet 1912) et sans que jamais aucune nourriture artificielle ait été distribuée, les pêches effectuées dans le lac et dans l'émissaire en courant de juillet nous donnent de nombreux sujets de :

Truites arc-en-ciel d'un poids variant de 200 à 350 grammes.
3 *Salmo alsaticus* de 60 grammes en moyenne.
1 Truite indigène de 200 grammes.

Pas repêché d'Omble-Chevalier qui doivent se tenir dans la zone profonde.



Photog. E. Duchemin.

PREMIÈRE PÊCHE DE TRUITES ARC-EN-CIEL AU LAC BROUFFIER (2105^{m}) ET DANS SON ÉMISSAIRE
(7 juillet 1912)
Les sujets à robe claire et uniforme proviennent du lac. Les sujets fortement colorés viennent du ruisseau.

Photog. E. Duchemin.

DEUXIÈME PÊCHE DE TRUITES ARC-EN-CIEL AU LAC BROUFFIER (2105m)
(28 juillet 1912).

Les Truites arc-en-ciel sont de superbe venue (voir pl. III les 7 premiers sujets disposés verticalement à gauche et pl. IV), grasses, le dos bien arrondi coloré en vert brillant, les flancs argentés avec de pâles reflets roses ou irisés. La bande rouge sombre des flancs est disparue et les mouchetures, très réduites quand elles ne sont pas disparues, ne s'observent que sur la région dorsale et caudale. En un mot, le poisson a pris la robe des Truites de lac et on a peine à reconnaître l'arc-en-ciel typique. La chair qui est saumonée est, de l'avis des gourmets qui l'ont dégustée, d'une finesse de goût et d'une fermeté qui ne le cèdent en rien à celles de la Truite indigène.

Les Truites arc-en-ciel, prises en grand nombre dans le ruisseau émissaire, sont d'aspect bien différent. Plus effilées, elles sont beaucoup moins grasses, le corps est aplati. La peau est assez fortement colorée en jaune verdâtre avec de nombreuses mouchetures foncées sur le dos, le ventre et les flancs, et la bande rouge est bien marquée. C'est en somme l'arc-en-ciel typique à robe fortement accusée. La chair n'est pas saumonée (il n'y a pas de Crevettes dans le ruisseau), plus molle et certainement moins délicate que celle des Truites prises dans le lac. Leur poids varie de 150 à 250 grammes (voir les 5 sujets à droite et en haut de la pl. III). Quelques *Salmo alsaticus* pris dans ce même émissaire pèsent de 80 à 100 grammes, chair non saumonée, très délicate, 2 Truites indigènes capturées également dans l'émissaire et d'origine incertaine (probablement mélangées avec les alevins d'arc-en-ciel) pèsent respectivement 125 et 150 grammes, leur chair est fine, bien supérieure à celle des arc-en-ciel du même ruisseau, mais non saumonée.

Ces résultats montrent que, en dehors des modifications de l'aspect extérieur et des qualités acquises, le *Salmo alsaticus* est de croissance beaucoup moins rapide que la Truite arc-en-ciel; que les Truites arc-en-ciel ont mieux prospéré dans le lac lui-même que dans l'eau courante du ruisseau. Dans le lac elles ont eu une croissance remarquablement rapide qui ne semble pas en rapport avec la faible valeur nutritive apparente de ces eaux.

Aussi était-il d'un grand intérêt de rechercher la nature de l'alimentation de nos poissons dans le lac et dans le ruisseau.

A cet effet, nous avons examiné avec soin le contenu stomacal des sujets capturés dans le lac et le ruisseau émissaire au cours du mois de juillet 1912. Voici le résultat de nos observations :

III

Alimentation des Truites en haute montagne.

Alimentation estivale des Truites du lac Brouffier.

Première observation.

Contenu stomacal d'une Truite arc-en-ciel (de 350 grammes) prise dans le lac Brouffier le 7 juillet 1912 :

Quelques Crevettes (*Gammarus pulex*) (non dénombrées).

8 larves de Chironomides.

3 Coccinelles (*C. 7-punctata*).

10 Aphodius (*A. mixtus* et *A. obscurus*).

2 Fourmis (*Formica rufa*).

Nombreux débris méconnaissables de petits Diptères (Chironomes et Tanypes).

Dans ce bagage alimentaire nous voyons que la nourriture endogène aquatique représente à peine la moitié (4/10) du contenu stomacal total. Elle est constituée par quelques *Gammarus* et des larves de Chironomides. La majeure partie se compose de Diptères ou de Fourmis chassés par la Truite en moucheronnant et de Coléoptères non aquatiques entraînés dans l'eau par le vent ou victimes d'un vol trop audacieux.

Deuxième observation.

Contenu stomacal d'une Truite arc-en-ciel (de 270 grammes) du lac Brouffier (14 juillet 1912) :

3 *Gammarus pulex.*

50 larves de Chironomides (Chironomes et Tanypes).

3 larves de Phryganes.

Nombreux Diptères adultes du genre *Corethra*.

Nombreuses Fourmis ailées (*Formica rufa*).

Une dizaine de Coléoptères du genre *Aphodius* encore à peu près intacts et parmi lesquels notre ami Guédel, qui connaît à fond les Coléoptères alpins, a reconnu, comme dans le cas précédent, *Aphodius mixtus* et *Aphodius obscurus*, espèces alpines.

Dans cette alimentation variée nous voyons la nourriture endogène (d'origine aquatique) entrer environ seulement pour 2/10 du contenu stomacal total. Le reste se compose de moucherons volant à la surface de l'eau ou d'Insectes (Coléoptères) non aquatiques.

Troisième observation.

Contenu stomacal d'une Truite arc-en-ciel (de 225 grammes) du lac Brouffier (14 juillet 1912) :

1 *Gammarus pulex*.

1 Puceron.

Très nombreuses Fourmis ailées encore intactes ou en débris (les ailes sont toujours reconnaissables).

Nombreux Diptères adultes du genre *Corethra* (dominante) et du genre Chironome, la plupart en débris (il y a une quantité énorme de têtes de *Corethra*).

Ce contenu est donc presque exclusivement composé de nourriture aérienne. L'aliment endogène y entre à peine pour 1/10.

Quatrième observation.

Contenu stomacal d'une Truite de 210 grammes du lac Brouffier (28 juillet 1912) :

Innombrables larves de *Corethra* (Diptères).

1 larve de Phrygane à fourreau de petits cailloux.

4 Coléoptères.

1 *Lina longicollis.*

1 Coccinelle (*7-punctata* L.).

1 *Galeruca littoralis* (élytres).

1 *Aphodius obscurus.*

1 Fourmi ailée.

1 *Gordius aquaticus* ♀ (encore vivant à l'autopsie 5 heures après la mort de la Truite).

1 caillou (!) anguleux de 15 × 10 millimètres, avalé sans doute par erreur ou par inadvertance avec une proie qui devait courir à sa surface.

Ici la nourriture endogène domine (8/10 environ), mais elle est représentée par des larves planktoniques (*Corethra*). Il n'y a pas de nourriture de fond et la Truite n'a pas moucheronné.

La présence d'un *Gordius* vivant dans l'estomac de la Truite est assez intéressante. Sa position au début de l'estomac ne permet pas de le considérer comme un parasite du poisson. Il a été sans doute avalé comme proie par celui-ci alors qu'il nageait librement dans l'eau, ou bien il est sorti du corps de l'insecte qui l'hébergeait après que celui-ci, tombé à l'eau, fut absorbé par la Truite. La première hypothèse me semble plus admissible, car ce *Gordius,* de grande taille, était déjà fortement pigmenté.

Alimentation des Truites dans le ruisseau émissaire du lac ou ruisseau de la Morte.

Ce ruisseau descend rapidement de l'altitude du lac (2105 m.) au col de la Morte (1200 m.) par une série de cascades la plupart franchissables et roule ses eaux torrentueuses sur un lit de cailloux ou de rochers sans aucune végétation aquatique. Les bords deviennent boisés vers l'altitude de 1.500 mètres, puis, au-dessous de la grande cascade infranchissable de la Morte, il coule un peu plus tranquillement dans des prairies marécageuses avant de reprendre le rude profil qui le conduit au fond de la vallée

de la Romanche. Sa faune nutritive est surtout représentée par des larves d'Ephémérides (*Ecdyurus, Bœtis*), de Chironomides, de Phryganides (à fourreau de cailloux), de Perlides (*Nemura*) et, dans sa partie haute surtout, la singulière larve de *Liponeura,* larve de Diptère qui, comme on le sait, est munie de ventouses ventrales permettant son adhérence sur les rochers lavés par les eaux les plus rapides. Il n'y a pas de Crevettes dans cette partie élevée de son cours.

La capacité biogénique de ce ruisseau est de III.

Sa largeur moyenne de 2 m. 50 à 3 mètres.

Sa profondeur moyenne de 0 m. 20.

Cinquième observation.

Contenu stomacal d'une Truite arc-en-ciel de 250 grammes prise dans l'émissaire à l'altitude de 1.800 mètres, le 14 juillet 1912 :

Larves de Phryganes (nombreuses) à fourreau lisse en petits cailloux.

1 larve de Simulie.

2 larves de Tanype.

5 larves de *Liponeura.* Celles-ci absolument intactes, ce qui semble indiquer que leur chitine les protège longtemps contre l'action du suc gastrique.

3 grosses larves asticotiformes d'un Diptère indéterminé (Tabanide?).

2 larves de Perlides (*Nemura*).

6 petites larves d'Ephémérides (*Bœtis*).

1 Nemure adulte.

1 Forficule (*Anechura bipunctata,* espèce alpine).

6 Coléoptères variés (*Aphodius obscurus* et divers débris indéterminables).

1 petit Lombric.

La nutrition s'est ici effectuée surtout au dépens de la faune

aquatique (larves de Diptères et de Névroptères) qui entre environ pour 8/10 du contenu stomacal alimentaire. Le reste (apport exogène) étant constitué par des Insectes tombés à l'eau.

Sixième observation.

Contenu stomacal d'une Truite indigène du même ruisseau prise à l'altitude de 1400 mètres et du poids de 150 grammes. le 14 juillet 1912 :

Nombreuses larves de Chironomides (dominante).
3 larves d'*Ecdyurus* (Ephémérides).
6 larves de *Bœtis* (Ephémérides).
2 petites larves de Coléoptères (Dytiscides).
Débris méconnaissables de petits Coléoptères.
2 Fourmis ailées.
1 Phrygane adulte.
1 petit Papillon indéterminable.

A noter l'absence complète de larves de Phryganes et de larves de *Liponeura*.

L'apport nutritif exogène est un peu plus important que dans le cas précédent. L'élément nutritif aquatique y entre environ pour 6/10.

Septième observation.

Contenu stomacal d'une Truite indigène du même ruisseau prise à l'altitude de 1200 mètres (poids 125 grammes) le 14 juillet 1912 :

Nombreuses petites Mouches adultes du genre *Hilara*.
Nombreuses Fourmis ailées.
1 Tenthrédine (Hyménoptère).
Débris de Coléoptères indéterminables.
Quelques larves de Tanype (Diptères).
1 larve de Phrygane.

C'est en somme une alimentation de chasse à la surface, presque toute d'origine exogène, la nourriture aquatique n'entrant ici que dans la faible proportion de 1/10.

Ces quelques analyses de contenu stomacal de Truites du lac et de l'émissaire sont trop peu nombreuses pour en tirer d'utiles conclusions sur l'alimentation respective des deux sortes de Truites et leur mode de recherche de la nourriture en montagne. Elles ne sont cependant pas sans intérêt, car elles nous montrent :

Que dans les lacs d'altitude il y a, en été, un apport considérable de nourriture exogène dû aux Insectes terrestres que les Truites utilisent dans la plus large mesure;

Que cet apport exogène consiste surtout, pour la région qui nous occupe, en Mouches, Moucherons (Diptères), en Fourmis ailées et en Coléoptères [1], parmi lesquels dominent, avec quelques Coccinelles, les *Aphodius*. Or ces derniers, ainsi que diverses espèces de Mouches, se développent ou vivent dans les excréments des animaux de pâturage. Leur fréquence ici est due à ce que de nombreux troupeaux paissent sur les flancs du Taillefer et jusque sur les bords du lac. De sorte que les troupeaux contribuent indirectement à l'augmentation de la capacité biogénique et, partant, du rendement piscicole des lacs. Un lac dont les bords sont fréquemment visités par les troupeaux est donc, toute chose égale d'ailleurs, de capacité biogénique plus élevée qu'un lac situé dans une région déserte;

Que, au moment de cet apport exogène, les Truites, au moins les Truites arc-en-ciel, dédaignent volontiers la nourriture endogène, Crevettes, Vers, qui se trouve de ce fait épargnée pendant

---

[1] Nous n'avons pas malheureusement examiné de Truites du lac Brouffier à la fin de l'été, au moment où les Sauterelles sont nombreuses en montagne. Il est probable qu'à cette époque ces Insectes doivent constituer également un apport nutritif exogène considérable, ainsi que nous l'avons observé au lac de Cos (Massif des Sept-Laux) qui est à peu près à la même altitude.

tout l'été et peut être utilisée l'hiver. Ainsi se trouve puissamment accrue la capacité biogénique des lacs élevés bien qu'ils aient pour la plupart une faune nutritive relativement pauvre.

Ces considérations, qui s'appliquent à la Truite arc-en-ciel de taille moyenne, 200 à 400 grammes, ne sont peut-être pas applicables aux énormes Truites indigènes puisque celle que nous avons capturée, à la fin du printemps il est vrai, avant d'effectuer le peuplement du lac, avait l'estomac bondé de Crevettes avec quelques larves de *Sialis* qui font également partie de la faune de fond. Cette observation unique ne permet pas de généraliser, mais elle autorise à penser que les gros sujets, tout au moins ceux de Truite indigène, recherchent moins volontiers la nourriture exogène. Ils se maintiennent plus souvent cachés dans les fonds où ils trouvent leur nourriture et, par conséquent, doivent épuiser beaucoup plus vite la nourriture propre du lac. Il n'y a donc pas intérêt, en exploitation rationnelle des petits lacs élevés, à y entretenir de grosses pièces.

En eau courante, par contre, la Truite arc-en-ciel, à l'altitude de 1800 mètres, paraît chercher plutôt sa nourriture sur le fond et se nourrir surtout de provende endogène, Vers, larves de Phryganes, de Diptères, de Perlides, et si nous n'avons pas observé de Crevettes dans leur estomac, c'est que le ruisseau n'en renferme pas.

L'apport exogène est d'ailleurs certainement moins considérable que dans le lac en raison de la surface réceptrice et, d'autre part, la faible profondeur de l'eau ne permet pas à la Truite une chasse facile.

Enfin, dans cette même eau courante, mais à des altitudes moins élevées (1400 et 1200 m.), la Truite indigène semble moins rechercher la nourriture de fond que la Truite arc-en-ciel. Elle ne capture que peu ou point de larves de Phryganes mais, par contre, profite davantage de la nourriture qui se déplace activement (larves d'Ephémérides) ou passivement (Insectes de charriage). En un mot, elle sait mieux chasser ou happer une proie au passage qu'explorer le fond pour y chercher sa nourriture.

Photog. E. Duchemin

LE LAC DU LOUP EN SAVOIE (1450^{m}) — AU FOND LES GRANDES-ROUSSES
(8 juin 1913).

Ces petites considérations peuvent être de quelque utilité aux pêcheurs.

IV

Essai de peuplement du lac du Loup (Savoie).

Effectué par M. LEFRANC, Inspecteur adjoint des Eaux et Forêts à Saint-Jean-de-Maurienne[1].

Le lac du Loup (pl. V) est situé en Savoie dans le cantonnement de Saint-Jean-de-Maurienne, à l'altitude de 1450 mètres, au pied des escarpements nummulitiques (brèches et grès) de Valbuche appartenant à la zone synclinale des Aiguilles d'Arves. Il est creusé dans les Cargneules gypsifères et les Schistes violacés du Trias. Il est limité du côté ouest par un bourrelet morainique formé de blocs de calcaires et de grès. C'est très évidemment l'ancienne dépression centrale d'un petit névé ou glacier local, dans laquelle les eaux sont retenues par la digue morainique. (D'après les renseignements qui nous ont été obligeamment fournis par notre collègue le professeur Kilian.)

Sa superficie est de 1 hectare 30 ares.

Sa profondeur est d'environ 5 mètres avec une fosse centrale qui atteindrait 15 mètres?

Le lac reste gelé ordinairement quatre à cinq mois par an, du 15 novembre au 15 avril.

L'eau est limpide. Le lac ne possède qu'un minuscule affluent de 0 m. 30 de large et 0 m. 10 de profondeur, mais il est peut-être aussi alimenté par des infiltrations souterraines. Il possède un émissaire permanent de très faible débit.

Ses rives sont pourvues, par places, de végétation aquatique : *Phragmites, Potamogeton lucens,* Prêles (*E. hiemale*), *Carex* et *Iris.*

---

[1] Nous adressons tous nos remerciements à M. l'inspecteur Lefranc pour la complaisance avec laquelle il a bien voulu nous communiquer divers renseignements concernant le repeuplement de ce lac et les résultats obtenus.

Le bord du lac est pierreux et son fond vaseux est presque entièrement tapissé de Chara dont la décomposition donne une couche assez épaisse de vase noire d'odeur putride.

Sa faune nutritive est surtout représentée par de nombreux Têtards de Grenouille rousse et de Crapauds qui pullulent en mai-juin. Beaucoup de larves de Libellulides et d'Agrionides, de Diptères (Chironomes, Corethra, Tanypes), d'Ephémérides et de Phryganes, et aussi des larves de Sialis (Nevroptères). En outre se voient des Sangsues médicinales en grande quantité et quelques grosses Sangsues du genre Aulastome. Capacité biogénique de la beine : V.

Lors d'une visite que nous avons faite à ce lac, le 8 juin 1913, nous avons été surpris de la température élevée de l'eau, 15° C. à 6 heures du matin (alors que la température extérieure n'était que de 6° C. et 19° C. à midi).

Le lac montrait un plankton assez riche où dominaient les *Chydorus* et les *Diaptomus*.

Le lac ne renfermait aucun poisson au moment de l'essai.

2.000 alevins de Truites arc-en-ciel âgés de cinq mois sont déversés dans le lac le 25 juin 1910, sur la demande de la commune de Montaimont, par M. l'Inspecteur adjoint des Eaux et Forêts, Lefranc.

Les premières pêches ont été effectuées par le maréchal des logis de gendarmerie de la Chambre. Les Truites arc-en-ciel capturées en grand nombre en août 1912 et pesées avec soin, ont un poids moyen de 500 grammes (minimum 400, maximum 600). Le pêcheur remarqua que quelques-unes avaient absorbé des Sangsues; mais nous n'avons pas d'autre document sur leur alimentation.

En fin de septembre de la même année (1912) on a capturé d'autres sujets de 400 à 600 grammes et un de 750 grammes! La chair de ces Truites, légèrement colorée, est déclarée excellente.

Les résultats obtenus au lac du Loup avec la Truite arc-en-ciel sont, comme on le voit, aussi décisifs que ceux du lac Brouf-

fier en ce qui concerne l'adaptation de la Truite arc-en-ciel dans ses eaux. La croissance y est encore plus rapide puisqu'on arrive en vingt-six mois à obtenir des sujets de 500 grammes. Ceci n'a rien de surprenant en raison de la plus grande valeur nutritive des eaux, d'une plus longue période de vie active et d'une température de l'eau beaucoup plus élevée.

Ils montrent sans conteste les brillants résultats qu'on peut tirer de nos petits lacs de montagne dont la plupart n'hébergent actuellement que des Grenouilles et des Tritons.

V

Conclusions.

1° Les lacs de haute altitude, malgré leur enneigement prolongé, l'absence de végétation aquatique et la pauvreté de leur faune nutritive endogène, peuvent être d'un rendement piscicole important. C'est que l'apport nutritif exogène y est fort considérable pendant la belle saison et utilisé complètement par les Truites, la nourriture endogène étant surtout consommée pendant l'hiver.

Il en résulte que pour ces lacs, plus encore que pour les autres types d'eau, la capacité biogénique n'est pas exclusivement fonction de la teneur en plankton et autres éléments de la faune aquatique. L'apport exogène jouant un rôle important dans l'alimentation des sujets, il faudra, dans l'appréciation de la capacité biogénique des lacs de montagne, tenir largement compte de la richesse en insectes des terrains environnants.

L'importance de l'apport exogène et son rôle nutritif sont d'un haut intérêt économique. C'est une manne qui tombe régulièrement chaque année et épargne le fonds nutritif du lac dont il évite l'usure. Il n'y a donc pas à craindre l'épuisement de celui-ci en mettant une proportion raisonnable de sujets. Cette proportion nous paraît devoir être pour ces lacs froids de haute

montagne d'environ 1.500 à 2.000 alevins de trois mois ou 1.000 alevins de six mois pour un lac de 1 hectare[1].

2° La Truite arc-en-ciel, bien qu'on ait répété souvent qu'elle doit être réservée pour les eaux relativement chaudes de la plaine, est le Salmonide le plus propice à la mise en valeur des lacs de haute altitude.

Elle est d'un rendement plus élevé et plus régulier que la Truite indigène, sans doute parce qu'elle sait mieux tirer profit à la fois de la nourriture de fond, de surface et de l'apport exogène. Sa croissance dans les lacs élevés est au moins aussi rapide qu'en culture intensive. Nos résultats établis sur une centaine de sujets nous montrent qu'au bout de deux ans elle atteint un poids moyen de 200 à 250 grammes dans ces eaux relativement pauvres en nourriture aquatique et dépourvues de végétation. Ce poids peut doubler dans des lacs plus bas, plus chauds, riches en végétation et en nourriture endogène.

3° Dans les lacs élevés, la chair de la Truite arc-en-ciel acquiert une finesse de goût égale sinon supérieure à celle de la Truite indigène. Si le lac renferme des Crevettes ou des Diap-

---

[1] Je dis pour un lac de un hectare et non par hectare, car étant donné le faible rôle alimentaire du plankton pour les Truites déjà grosses dans les lacs de haute altitude, il est évident que la quantité de nourriture du lac ne croît pas d'une façon directement proportionnelle à la surface.

Les facteurs qui doivent entrer en ligne de compte dans l'appréciation de cette nourriture sont multiples : longueur des rives, largeur et capacité biogénique de la beine, superficie, teneur en plankton, flore aquatique, richesse en insectes des terrains environnants, etc. C'est de leur connaissance qu'on pourra essayer de dégager une formule de peuplement forcément un peu plus complexe que celle des cours d'eau et sur laquelle j'aurai l'occasion de revenir lorsque je posséderai plus de documents sur le rôle alimentaire du plankton pour les Truites dans les lacs élevés.

Pour le moment j'ai voulu simplement essayer de dégager, par l'expérience, une donnée approximative relative au nombre d'alevins de Truite que peuvent recevoir les petits lacs alpins. En admettant la proportion de un millier (alevins de six mois) pour un lac de un hectare, on peut augmenter ce nombre de 5 à 600 par hectare, ceci pour des lacs ne dépassant pas 10 hectares. Il est évident que ces proportions ne s'appliquent plus à de grands lacs de 50 à 100 hectares ou davantage. Ce sont là d'ailleurs, ne l'oublions pas, des nombres simplement destinés à guider des essais de peuplement en Truites et qui, je le répète, n'expriment pas une formule rationnelle que j'essaierai d'établir prochainement.

tomes colorés, cette chair prend une belle couleur saumonée, surtout au début de l'été.

Dans ces lacs, la coloration typique de la Truite arc-en-ciel s'altère et sa robe tend à devenir uniformément argentée sur les flancs, avec de pâles reflets rosés.

Les qualités de chair que la Truite arc-en-ciel acquiert dans les lacs élevés ne se retrouvent pas dans les torrents d'altitude qui sont toujours de faible capacité biogénique. Là elle est maigre, de chair médiocre et présente son coloris caractéristique, même fortement accentué, avec mouchetures et bande rouge lie de vin.

4° Il est préférable, en exploitation rationnelle des lacs élevés, de pêcher le poisson au bout de deux ou trois ans, selon sa rapidité de croissance, afin d'éviter que, sous forme de grosses pièces, il n'épuise rapidement le fonds nutritif du lac.

5° Tandis que, dans les ruisseaux de la haute montagne, la Truite arc-en-ciel cherche volontiers sa nourriture au fond et, en conséquence, se pêche facilement à la ligne plombée amorcée au ver de terre, dans les lacs élevés elle recherche avidement les petites proies aériennes et devient un poisson éminemment sportif qui se prête admirablement à la pêche à la mouche artificielle.

En résumé, l'essai de peuplement du lac Brouffier et celui du lac du Loup montrent qu'il est possible de tirer un parti fort rémunérateur de nos lacs élevés des Alpes dont la plupart sont encore aujourd'hui sans rapport et il nous dicte les grandes lignes de leur exploitation piscicole. Nous avons donc le devoir de les mettre en valeur et d'en retirer le rendement facile qu'ils sont prêts à nous offrir. Ils constitueront ainsi une source de revenus non négligeable pour nos populations déshéritées en même temps qu'ils offriront un nouvel attrait aux touristes qui viennent chaque année plus nombreux goûter sur leurs bords le charme reposant de la haute montagne.

ÉLEVAGE INTENSIF DE LA TRUITE EN ESPACE LIMITÉ

CONDITIONS NÉCESSAIRES A SA RÉALISATION

Par M. le Dr L. LÉGER,

Directeur du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble.

Il n'est pas douteux que dans la plupart des exploitations piscicoles ayant spécialement pour but l'élevage de la Truite, la difficulté de trouver l'alimentation nécessaire, les frais d'entretien, de surveillance, de manutention et d'amortissement n'élèvent considérablement le prix de revient des produits et que les bénéfices de cette industrie sont, trop souvent, loin d'être aussi brillants que certains ouvrages populaires semblent le laisser prévoir.

Ainsi, dans une courte et très précise étude de M. Vallois [1], que je considère comme un des pisciculteurs les plus expérimentés sur cette question, il est démontré qu'en France, pour un élevage classique comme celui de Fismes où l'on traite annuellement 5.000 kilogrammes de Truite marchande et où la nourriture n'est cependant comptée qu'au prix très bas de 0 fr. 15 le kilogramme, le prix de revient du kilogramme de Truite est de 4 francs. Une production annuelle de 5.000 kilogrammes de Truite entraîne une dépense totale de 20.000 francs environ. Or,

[1] M. Vallois. Ce que coûte à produire industriellement un kilogramme de Truite. *Bulletin de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche*, n° 2, février 1910.

dans cette dépense, le prix d'entretien des bassins, du personnel, d'amortissement, etc., entre déjà pour plus de moitié; d'où il résulte qu'en dehors de toute dépense inhérente au poisson le produit est déjà grevé de 2 francs par kilogramme. Si l'on ajoute à cela les aléas des épidémies, l'incertitude dans laquelle on se trouve trop souvent sur la qualité, la valeur nutritive et le prix de la nourriture lorsqu'on est obligé de la faire venir de loin, on voit que, même lorsqu'on dispose d'une eau abondante et très propice, ce qui n'est pas toujours le cas, il y a lieu de réfléchir longuement et d'établir très attentivement son budget avant de se lancer dans une telle entreprise. C'est un conseil qu'on ne saurait trop donner et je ne manque jamais de le faire à tous ceux qui se proposent de créer une industrie salmonicole de quelque importance.

Il est cependant des cas spéciaux, et celui que je vais citer ici en est un exemple remarquable, où, par suite d'un heureux concours de circonstances, la plupart des frais généraux disparaissent ainsi que les risques d'alimentation et où, les conditions essentielles indispensables se trouvant réunies, il est possible d'établir une exploitation facile et vraiment rémunératrice.

Bien que ces cas soient assurément peu fréquents, il serait injuste de les passer sous silence et de laisser croire que l'industrie piscicole n'est jamais susceptible d'être suffisamment rémunératrice à moins d'écouler ses produits à des prix extrêmement élevés. Mais il est nécessaire en les citant d'indiquer les conditions spéciales qu'ils exigent et l'ensemble de circonstances qui permettent à coup sûr de les réaliser.

A la vérité, le seul moyen d'avoir une exploitation dégrevée dans la plus large mesure des frais généraux qui pèsent si lourdement sur la production de la Truite, c'est d'arriver à faire vivre le maximum de sujets dans le plus petit espace possible. Que cet espace soit alors facilement maniable, c'est-à-dire bassins faciles à pêcher, à vider, à remplir et à nettoyer, et alors on aura réduit au minimum les frais d'entretien et de personnel. On verra plus loin qu'on peut arriver, à ce point de vue, à une

charge vraiment surprenante des bassins en sujets d'élevage, mais seulement à la double condition :

1° De disposer d'une grande quantité d'eau pure et fraîche à température constante;

2° De pouvoir utiliser à un prix assez rémunérateur une nourriture irréprochable et toujours en parfait état de fraîcheur.

Ces conditions satisfaites et en opérant dans des bassins en maçonnerie ou en ciment convenablement agencés pour le facile nettoyage des résidus excrémentiels, on peut arriver à tenir à l'engraissement près de 20 kilogrammes par mètre cube d'eau!

La démonstration évidente de la possibilité d'une telle réalisation m'a été fournie récemment au cours d'une visite faite à l'établissement piscicole de MM. Davignon frères qui fonctionne à Chambéry depuis cinq ans et qui représente certainement la forme la plus condensée sous laquelle on puisse pratiquer l'élevage de la Truite.

Il n'est pas sans intérêt de décrire ici sommairement cet élevage vraiment intensif dont l'ensemble des bassins à reproducteurs, alevins, sujets de triage et sujets marchands occupe à peine une superficie totale de 60 mètres carrés, soit 7 mètres sur 8 m. 50, et qui, avec un débit total d'eau de 40 mètres cubes à l'heure, fournit actuellement au commerce environ 1.000 kilogrammes de Truite par an.

MM. Davignon frères, industriels aussi avisés qu'ingénieux, avaient créé depuis longtemps, à Chambéry, une scierie mécanique pour la préparation des bois destinés à la fabrication des meubles. Ils lui adjoignirent plus tard une fabrique de glace afin d'utiliser l'eau abondante et fraîche d'une nappe importante circulant dans le sous-sol à une profondeur de 10 mètres.

Pour la fabrication artificielle de la glace, il est évident qu'il y a un grand intérêt à employer une eau aussi fraîche que possible; plus sa température est basse et moins il faudra de dépense pour l'amener à congélation. Ici l'eau de la nappe est à une température constante de 10° C. Un moteur électrique, le

même qui sert à actionner l'usine, pompe cette eau pour la fabrication de la glace et c'est le surplus de cette eau que l'on se proposa ensuite d'utiliser pour l'élevage de la Truite.

En même temps il fut facile et peu coûteux, grâce à la production de la glace, d'installer une petite chambre frigorifique permettant de conserver dans un continuel état de fraîcheur la viande destinée à l'alimentation du poisson. Mais l'espace disponible étant très restreint, il ne fallait pas songer à créer de vastes bassins d'élevage répondant aux proportions classiques. On construisit donc simplement de petits bassins en ciment, ou plutôt un seul grand bassin de 7 mètres sur 8 m. 50, divisé en compartiments par des cloisons de ciment, pour séparer alevins, sujets marchands et reproducteurs.

Si l'on songe que cet élevage condensé fournit annuellement environ 10.000 sujets de 100 grammes (Truite arc-en-ciel), tout en n'occupant que 60 mètres carrés de surface, on voit qu'il est difficile de concevoir une forme plus intensive de la Salmoniculture et que, dans de telles conditions, les frais généraux qui grèvent si lourdement le budget des grandes exploitations rationnelles sont réduits au minimum pour ne pas dire à zéro.

DESCRIPTION

Eau.

L'eau destinée à alimenter les bassins d'élevage est, comme nous l'avons dit, une eau de nappe souterraine dont la température constante est de 10° C. Cette nappe, située dans le gravier où elle chemine à une profondeur d'environ 10 mètres, est amenée à la surface par une pompe qui la distribue aux bassins, le débit de l'eau pour chaque bassin d'élevage étant en moyenne de 160 litres par minute, soit au total 40 mètres cubes à l'heure.

Voici du reste en milligrammes par litre la composition de cette eau qui se montre comme une eau potable du type calcaire (d'après l'analyse du Laboratoire municipal de Chambéry) :

Analyse de l'eau de l'établissement de MM. Davignon.

Teneur en oxygène.

Oxygène dissous :

En poids	$10^{mg}5$
En volume	$7^{cmc}3$

Dosage de la matière organique.

En oxygène en solution acide	0,25
En oxygène en solution alcaline	0,2
En acide oxalique en solution acide	1,972
($C^2O^4H^22Aq$) en solution alcaline	1,576

Composition chimique.

Résidu sec à 110° C	122
Résidu après calcination	62
Carbonate de magnésie (en CO^3Mg)	21
Carbonate de chaux (en CO^3Ca)	89,2
Sulfate de chaux (en SO^4Ca)	Traces
Silice (en SIO^2)	8
Chlorure de sodium (en NaCl)	Traces
Degré hydrotimétrique total	13°

Bactériologie.

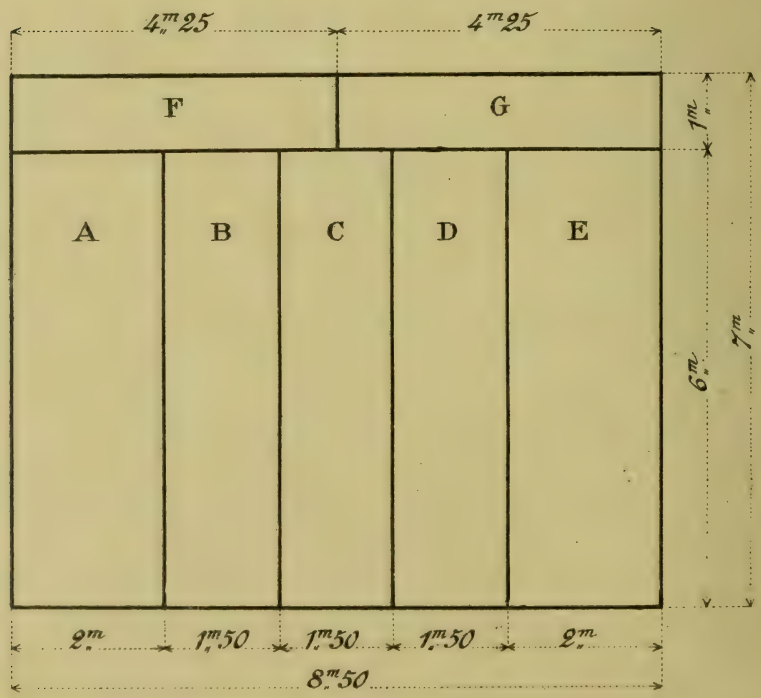
200 colonies au centimètre cube en milieu liquide après 20 jours.

Espèces les plus fréquentes : *Bacillus termo, Bacillus subtilis, Bacillus mesentericus, Bacillus fluorescens, B. liquefaciens, Coc-*

cus radiatus. Pas d'espèces pathogènes. Notamment pas trace de *Coli bacille* dans 100 centimètres cubes d'eau.

Bassins.

Reproducteurs. — Le bâti total de ciment de 7 mètres sur 8 m. 50 (voir croquis ci-contre) est divisé en compartiments ou bassins d'une profondeur variant de 2 mètres à 1 m. 50 suivant le plan ci-joint. A gauche est le compartiment des reproducteurs A s'étendant sur une longueur de 6 mètres, avec 2 mètres de largeur et 2 m. 50 de profondeur, soit un cube d'eau de 30 mètres cubes. Il contient actuellement 60 beaux sujets reproducteurs de Truite arc-en-ciel dont le poids varie de 500 grammes à 1 kilogramme. Placé en contre-bas des autres bassins, il reçoit environ 600 litres d'eau à la minute, c'est-à-dire la presque totalité de l'eau déjà utilisée par ceux-ci. Son nettoyage se



fait en quelque sorte automatiquement au moyen d'une rigole en pente rapide creusée dans le fond du bassin et aboutissant à une vanne d'évacuation située à l'extrémité.

Sujets de vente. — Les compartiments B, C, D, qui font suite au précédent de gauche à droite, sont occupés par les sujets de vente ou sujets de deuxième année, lesquels atteignent, à la fin de cette deuxième année en janvier et février, un poids moyen de 100 grammes. Chaque compartiment mesure 6 mètres sur 1 m. 50, avec une profondeur de 2 mètres, soit un cube d'eau de 18 mètres cubes. Ces trois compartiments reçoivent chacun 160 litres d'eau (10° C.) à la minute. Ils renfermaient au total, lors de notre visite en décembre dernier, 10.000 sujets du poids moyen de 100 grammes, soit 1.000 kilogrammes de Truite marchande représentant la production annuelle de l'exploitation. On voit que chaque compartiment, avec une surface d'eau de 9 mètres carrés et un cube d'eau de 18 mètres cubes, renferme plus de 3.000 sujets, soit plus de 17 kilogrammes au mètre cube, proportion qui dépasse même celle des élevages si populeux de Selzenhof où, d'après M. A. Cligny, on met jusqu'à 2 ou 3.000 livres de Truite dans un volume de 75 à 100 mètres cubes d'eau [1]. C'est un record qu'il serait, je crois, dangereux de dépasser et même, dans certaines circonstances, d'imiter.

Sujets de première année. — Le dernier compartiment E de la série est de même dimension que celui des reproducteurs, soit 6 mètres sur 2 mètres. Il reçoit environ 200 litres d'eau et est consacré aux sujets de première année (de six mois à un an). Il renfermait, lors de notre visite, environ 13.000 sujets en belle forme et du poids moyen de 30 grammes (Saumon de fontaine et Truite arc-en-ciel).

Alevins. — Enfin les deux compartiments F et G, disposés

---

[1] M. A. Cligny. Élevage des Salmonides en Allemagne. *Bulletin de la Société centrale d'Aquiculture et de Pêche,* novembre 1906.

transversalement et mesurant chacun 4 m. 25 sur 1 mètre, reçoivent l'eau de première main et sont employés au premier alevinage et au triage des alevins précoces.

A ces bassins d'élevage est annexé un minuscule laboratoire d'incubation comprenant 25 boîtes à claies de zinc perforé ou de baguettes de verre et dans lequel on peut sans peine produire les 30 ou 40.000 alevins nécessaires annuellement pour le cycle de l'exploitation.

Alimentation.

Les sujets sont nourris exclusivement avec de la viande d'équarrissage, cheval ou bœuf, fraîche ou conservée en parfait état de fraîcheur au frigorifique. La viande est toujours donnée crue et soigneusement passée au hachoir. Elle est distribuée sur des plateaux qu'on suspend dans les bassins. La consommation journalière totale est de 30 à 40 kilogrammes.

La chair des Truites de cet élevage est blanche mais ferme et d'excellente qualité. Cette qualité est due surtout, je crois, à la fraîcheur toujours parfaite et au choix de la viande d'alimentation ainsi qu'à l'abondance et la basse température de l'eau.

Telle est, dans sa simplicité, cet élevage qui mérite vraiment le qualificatif d'élevage intensif et qui m'a paru digne d'être signalé, non pas, je le répète, à titre d'exemple, car je le trouve téméraire et même périlleux, bien que depuis cinq ans qu'il fonctionne il n'ait pas jusqu'ici donné de déboires. Mais qu'il survienne, venant de l'extérieur, une cause d'infection quelconque, la redoutable Furonculose par exemple, il est certain qu'en peu de temps la récolte serait anéantie.

Il y a en somme, dans la réussite d'exploitations aussi hardies, deux facteurs essentiels, indispensables, que ne doivent jamais perdre de vue ceux qui seraient tentés de s'y risquer. C'est : 1° *une eau abondante, fraîche et jamais susceptible d'être contaminée*, comme c'est le cas ici où elle provient d'une nappe

profonde qui n'a jamais encore vu le jour, et 2° *une nourriture de fraîcheur et de qualité irréprochables,* jamais suspecte et telle qu'on peut seulement en avoir à sa disposition lorsqu'on possède une chambre frigorifique et qu'on a de la viande propice à un prix suffisamment rémunérateur.

Ce sont là deux conditions qui ne se trouvent pas souvent réalisées à la fois au même endroit de façon à permettre cette intéressante mise en valeur. Mais lorsqu'il est possible de les réunir, il n'est pas douteux qu'il y a un grand bénéfice à les exploiter en Salmoniculture intensive, surtout si l'on est assuré d'un écoulement facile et rémunérateur de ses produits.

Je conseillerai toutefois, par mesure de prudence, d'élargir un peu les surfaces indiquées dans cette description donnée plutôt à titre de document et de curiosité technique que comme un exemple à suivre. En donnant aux sujets le plus d'espace possible, on ne peut que favoriser la croissance et gagner en sécurité vis-à-vis des épidémies.

C'est ce qu'ont bien compris MM. Davignon frères en établissant aux environs de Chambéry un nouvel élevage largement alimenté par les eaux fraîches de la Leysse et de sources voisines et dans lequel l'espace ne sera pas ménagé aux sujets beaucoup plus nombreux qu'ils se proposent d'y cultiver.

Il y a tout lieu d'espérer que sous leur habile direction la bonne réussite qui a si bien servi leur premier essai si exagérément intensif continuera à les favoriser et leur permettra ainsi une production régulière et beaucoup plus importante de sujets de parfaite qualité.

Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble,*

Tome XXV, n° 3, 1913.

VALEUR NUTRITIVE DE LA CHAIR DE QUELQUES POISSONS EXOTIQUES ACCLIMATÉS EN FRANCE

Par M. A.-Ch. HOLLANDE,

Docteur ès sciences,

Chargé de cours à l'École supérieure de Pharmacie de Nancy.

Alors que depuis longtemps des analyses méthodiques ont fait connaître la teneur en azote et en substances grasses, — et, partant, la valeur nutritive relative — de la chair de la plupart de nos poissons indigènes (Perche, Truite, Tanche, Carpe, Brochet, etc...), aucune recherche de ce genre ne paraît avoir été tentée, du moins à ma connaissance, sur certains poissons exotiques importés depuis quelques années et acclimatés aujourd'hui dans nos rivières, lacs et étangs. Aussi, suivant les conseils du professeur Léger, directeur de l'Institut de Pisciculture de Grenoble, ai-je procédé à la détermination de certaines données permettant d'établir la valeur nutritive relative de la chair de quelques-uns de ces poissons. Mes examens ont porté sur l'*Eupomotis gibbosus* L. ou Perche-soleil, le *Salmo irideus* L. ou Truite arc-en-ciel, le *Salvelinus fontinalis* L. ou Saumon de fontaine et l'*Amiurus nebulosus* L. S., Cat-fisch ou Poisson-chat.

Les dosages que je mentionne ici ont été effectués immédiatement, après la prise du poisson, sur la chair fraîche, la peau ayant été rejetée.

Je résume dans le tableau suivant les résultats de ces analyses qui toutes ont été faites au mois de mars. Les méthodes analytiques suivies sont celles qui ont été indiquées par Balland[1]

[1] Balland, *Les Aliments*, 1906, Paris.

(1906) dans son traité sur « Les Aliments », et cela aux fins de pouvoir comparer les résultats obtenus avec ceux fournis par cet auteur sur la chair de nos poissons indigènes.

SUBSTANCES DOSÉES dans la chair musculaire fraîche, la peau étant rejetée	PERCHE SOLEIL Sujets de 50 gr.	TRUITE ARC-EN-CIEL (poisson d'élevage) Sujets de 200 gr.	SAUMON DE FONTAINE (poisson d'élevage) Sujets de 150 gr.	POISSON CHAT Sujets de 200 gr.
Eau	79 °/₀	82,79 °/₀	80,12 °/₀	88,48 °/₀
Matières azotées	17,94	15,94	17,77	9,61
Matières grasses[1]	2,10	0,52	0,32	0,50
Matières extractives	0,53	0,35	0,77	0,81
Cendres	1,33	0,40	1,02	0,60
Acidité en So	0,156	0,014	0,026	0,083

Comparons les chiffres de ce tableau à ceux indiqués par Balland pour ceux de nos poissons indigènes :

SUBSTANCES DOSÉES dans la chair à l'état frais	PERCHE (avril)	TRUITE (avril)	SAUMON (avril)	TANCHE (avril)	CARPE	BROCHET	BRÈME	GARDON
Eau	84,20°/₀	80,50°/₀	61,40°/₀	80,00°/₀	79,60°/₀	79,50°/₀	78,79°/₀	80,50°/₀
Matières azotées	13,87	17,52	17,65	17,47	15,34	18,35	16,18	16,39
Matières grasses	0,14	0,74	20,00	0,39	3,56	0,66	4,09	1,08
Matières extractives	1,00	0,44	0,08	0,48	0,52	0,41	0,01	0,80
Cendres	0,79	0,80	0,87	1,66	0,98	1,08	1,02	1,23
Acidité	0,086	0,301	0,258	0,172	»	»	0,258	0,065

[1] Au lieu de « matières grasses », il serait préférable de dire « poids de l'extrait étheré direct »; je conserve néanmoins le terme de « matières grasses » donné par Balland, afin de pouvoir faciliter la comparaison de mes résultats avec ceux de cet auteur.

Sans vouloir établir des comparaisons ayant une valeur absolue, indiscutable, ce qui est impossible, car la teneur de la chair de poisson en azote et surtout en matières grasses varie certainement dans de larges limites selon la quantité et la qualité de l'alimentation, selon les conditions du milieu et selon les époques de l'année, nous nous bornerons à constater, comparativement aux résultats de Balland pour nos poissons indigènes, que :

1° Des deux Salmonides américains, Truite arc-en-ciel et Saumon de fontaine, cultivés souvent dans nos eaux, le Saumon de fontaine est celui dont la chair se rapproche le plus de celle de notre Truite indigène. Sa chair est même plus riche en matières azotées, mais par contre notablement moins riche en graisse. La Truite arc-en-ciel, quoique plus riche en graisse que le Saumon de fontaine, est cependant encore inférieure à la Truite indigène à ce point de vue et, d'autre part, elle est un peu moins riche en matières azotées que les deux autres espèces.

Au point de vue nutritif, comme d'ailleurs à tout autre point de vue, finesse de chair, parfum, délicatesse de goût, notre Truite indigène reste donc par excellence le Salmonide d'eau courante de la plus haute valeur.

2° La Perche-soleil est notablement plus riche en matières azotées et en graisse que notre Perche indigène. C'est là une considération qui peut encourager la propagation de cette espèce, mais il y en a d'autres, par contre, qui doivent nous inviter à réfléchir. C'est que ce poisson, de taille assez petite, est extrêmement vorace et risque de supplanter de meilleures espèces dont il détruit les alevins. Il est donc imprudent de l'introduire tout au moins dans les eaux ouvertes.

3° Quant au Poisson-chat qui ne peut guère être comparé, au point de vue du genre de vie seulement, qu'à la Tanche du tableau de Balland, nous voyons qu'il a une chair plus riche en graisse que celle-ci, mais, par contre, notablement plus pauvre en matières azotées. Nous ne voulons pas cependant tirer de con-

clusions de cette comparaison, car les Poissons-chat que nous avons utilisés avaient été conservés quelque temps dans un réservoir et n'étaient pas, par conséquent, dans de bonnes conditions de nutrition. Le professeur Léger m'a fait remarquer que la chair de ces poissons est excellente et même de goût délicat en été et en automne, tandis qu'après l'hibernation et aux premiers jours du printemps, alors que ces poissons sont restés longtemps sans se nourrir activement, elle est filandreuse et de goût fade. Il y a donc une saison favorable pour la consommation du Poisson-chat et une saison pendant laquelle il ne doit pas être consommé. En conséquence, il est de toute importance d'effectuer l'analyse de la chair de ce poisson au cours de ces deux périodes si l'on veut avoir à ce sujet des résultats réellement instructifs.

De l'avis du professeur Léger, le Poisson-chat, qui est un grand destructeur d'œufs d'autres poissons et même de petits poissons, ne doit pas être mis dans les eaux ouvertes. Mais il n'est pas à dédaigner pour mettre en valeur piscicole de petites mares ou étangs qui n'hébergent que Grenouilles et Tritons. Il y grossit et se multiplie rapidement aux dépens d'éléments nutritifs sans valeur économique et constitue, quoi qu'on en dise, un aliment excellent lorsqu'il est utilisé au bon moment. Il existe en Bas-Dauphiné de petits villages entourés de marais autrefois inutiles qui n'abritaient que Crapauds, Têtards et Tritons et où pullulent aujourd'hui ces poissons, à la grande satisfaction des habitants qui trouvent dans la pêche une saine distraction dominicale en même temps qu'un aliment nourrissant et léger apportant une variante agréable à leur menu campagnard.

Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble*,

Tome XXV, n° 3, 1913.

LE CYCLE ÉVOLUTIF

DE « POROSPORA PORTUNIDARUM » FRENZEL[1]

Par MM. L. LÉGER et O. DUBOSCQ.

Nous avons montré antérieurement (1906-1909) que *Porospora gigantea* E. v. Bened, n'a chez le Homard qu'une évolution schizogonique. Tous les kystes, qu'ils soient doubles ou solitaires, donnent des gymnospores sans phénomène de sexualité. Et il en est de même chez *Porospora Legeri* de Beauch. (P. de Beauchamp, 1910) et chez *Porospora portunidarum* Frenzel (Léger et Duboscq, 1911). Restait à trouver la gamogonie de ces Grégarines si particulières. Nous pouvons affirmer aujourd'hui qu'elle se passe chez les Lamellibranches. Les *Nematopsis* découverts par Schneider (1892) chez le *Solen*, retrouvés et étudiés par l'un de nous (Léger, 1903, 1905, 1911) chez les Moules, les Mactres, les *Cardium*, etc., ne sont pas autre chose que les termes de l'évolution sexuée des *Porospora* aboutissant à une spore monozoïque qui est la véritable spore de ces Grégarines.

Nous avons étudié particulièrement *Porospora portunidarum* Frenzel. Sa schizogonie paraît se passer indifféremment chez le *Carcinus mænas* ou les *Portunus*. On trouve sa gamogonie dans le *Cardium edule*.

---

[1] Extrait des *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, t. CLVI, p. 1932, séance du 23 juin 1913.

Les spores du *Nematopsis* de *Cardium edule* se rencontrent, groupées en nombre variable, dans les canaux vasculaires des branchies. Elles mesurent 13 μ à 15 μ dans leur plus grand diamètre et ont la structure caractéristique. Une épaisse épispore recouvre l'endospore oviforme qui contient un unique sporozoïte replié sur lui-même. Au petit bout de l'endospore est un micropyle.

Fait-on manger à un *Portunus depurator* les branchies infestées d'un *Cardium edule*, 6 heures après on distinguera facilement dans l'intestin moyen les spores de *Nematopsis*. L'épispore est disparue. L'endospore est elle-même déjà vide, ou bien contient encore le sporozoïte. On peut alors assister à la sortie du vermicule. Elle est assez lente. Comme le micropyle est beaucoup plus étroit que le diamètre du sporozoïte, celui-ci doit s'effiler pour faire saillie au dehors et il ne sort qu'en s'étranglant successivement.

Le sporozoïte, sorti de la spore, mesure de 18 μ à 22 μ. C'est un vermicule assez trapu en avant et s'effilant progressivement en arrière. L'extrémité antérieure conique est très contractile. Un peu en arrière d'elle est une zone claire qui représente le noyau.

Au repos, le vermicule est généralement courbé en arc. Parfois il progresse d'un bloc en tournant sans changer sa courbure. Plus souvent il se contracte en S et la détente brusque le fait glisser rapidement.

Après coloration, le noyau ovoïde montre des caractères grégariniens. Il est bien limité par une mince membrane sur laquelle s'applique la chromatine très réduite. Un petit nucléole excentrique est le seul élement figuré de l'intérieur du noyau. Le cytoplasme est rempli par de grosses sphérules sidérophiles, sauf à l'extrémité antérieure où une area claire contient un grain simple ou double.

Le sporozoïte ne tarde pas à se fixer sur l'épithélium de l'intestin moyen, ou même à pénétrer à l'intérieur d'une cellule épithéliale. Considérons les stades extracellulaires qui sont les plus communs.

Le sporozoïte qui s'est piqué sur une cellule se tasse, puis s'effondre pour ainsi dire sur le plateau cellulaire en s'appliquant sur lui par une grande surface, comme cela se passe chez les

Dactylophorides. On a ainsi (stades de 24 à 40 heures) de jeunes stades massifs, en cône ou en dôme, rappelant les *Ophryocystis* ou les *Eleutheroschizon* ou encore mieux, et cela se comprend, les stades de *Nematopsis* décrits par l'un de nous (Léger, 1911) dans le rein de la Moule. Parfois le sporozoïte semble prendre d'emblée cette position couchée, en particulier sur les flancs des cellules saillantes des grandes villosités. En s'accroissant, la jeune *Porospora* devient une petite Grégarine trapue, cylindrique ou ovoïde. Au quatrième jour une cloison transversale sépare un protomérite très court du deutomérite contenant le noyau, et le parasite n'adhère à l'épithélium que par un court mucron suceur. Ce sera la fin du stade de céphalin.

Parallèlement à cette évolution extracellulaire, qui est la plus commune, on observe de jeunes *Porospora* se développant à l'intérieur des cellules épithéliales et restant globuleuses. Nous sommes mal fixés sur la signification de ce développement intracellulaire. Est-il anormal? ou bien les stades extracellulaires donnent-ils tous des primites et les stades intracellulaires les premiers satellites, le sexe étant déterminé par le mode de nutrition? Nous ne pouvons encore répondre à cette question intéressante.

Dans tous ces stades de début, le cytoplasme est chargé de la substance chromidiale qui rend si vivement colorable le plasma des jeunes Sporozoaires. Quant au noyau, il est limité par une membrane plus différenciée et moins chromatique que chez le sporozoïte. Son nucléole grossit tout en restant excentrique et dans le suc nucléaire on distingue 2 ou 3 grains de chromatine.

Dès le cinquième jour, la jeune Grégarine, qui a généralement 12 μ à 13 μ de long sur 7 μ à 8 μ de large, se détache définitivement de l'épithélium. Ces très petits sporadins grossissent encore solitaires, cependant ils ne tardent guère à s'accoupler. On trouve des couples chez lesquels le satellite ne dépasse pas la taille des plus grands céphalins (13 μ à 18 μ). Mais le primite est toujours plus long que le satellite.

L'évolution se poursuit ensuite telle que nous l'avons décrite (1911) dans une Note précédente.

Il est certain que les kystes mûrs sont rejetés dans la mer et que les Gymnospores sont entraînées dans les *Cardium* par le courant d'eau qui amène les particules alimentaires. Nous ne sommes pas encore en mesure de décrire le début de l'évolution chez le Mollusque, mais nous avons revu dans le rein du *Cardium* certains stades pareils à ceux du *Nematopsis Schneideri* Léger, dans le rein de la Moule. Tout porte à croire que les schizozoïtes, issus des kystes rectaux du Crabe, sont déjà des gamétocytes qui vont croître dans le nouvel hôte et subiront tout au plus les divisions de réduction pour se transformer en gamètes. La spore dérive directement de la copula.

Les *Porospora* sont donc des Grégarines à changement d'hôte et à spores monozoïques.

Extrait des *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie.*
(Séance du 19 Juillet 1913. — T. LXXV, p. 95.)

Sur les premiers stades du développement des Grégarines du genre *Porospora* (= *Nematopsis*),

par L. Léger et O. Duboscq.

Dans une note récente (1), nous avons montré que les *Nematopsis* des Lamellibranches n'étaient pas, comme on le croyait jusqu'ici, des Sporozoaires autonomes, mais qu'ils représentaient seulement la gamogonie des Grégarines du genre *Porospora*, dont la schizogonie se passe chez les Crustacés décapodes. Nous reviendrons aujourd'hui sur les premiers stades de l'évolution chez le Crustacé. Nous distinguerons successivement la déhiscence de la spore, le stade de sporozoïte libre, le stade de céphalin et le stade de sporadin.

Déhiscence de la spore. — Les spores nématopsidiennes se rencontrant chez beaucoup de Lamellibranches (*Solen*, *Tapes*, *Tellina*, *Mactra*, *Donax*, *Cardium*, *Mytilus*), on peut prévoir que la spécificité parasitaire est assez étroite et que les espèces de *Porospora* sont nombreuses. Ainsi, d'après leur forme, leur taille et leur groupement, les spores de *Porospora* (*Nematopsis*) *Schneideri* Léger, de *Mytilus edulis* L. sont différentes des spores nématopsidiennes qu'on trouve chez *Mytilus galloprovincialis* Lmk. et ne s'identifient pas davantage avec celles de *Mytilus minimus* Poli qui représentent une troisième espèce. Cette systématique sera longue à préciser. Pour savoir à quelles *Porospora* des Crustacés correspondent les divers *Nematopsis*, des infestations minutieusement suivies seront nécessaires. La simple constatation de la déhiscence de la spore ne suffit pas à dépister l'hôte véritable. Les spores des *Nematopsis* des Moules s'ouvrent indifféremment dans un *Homarus*, un *Carcinus* ou un *Portunus*, mais le sporozoïte mis en liberté dans l'intestin de ces Crustacés ne s'y développe jamais. Il est entraîné dans le rectum, devient plus trapu en se raccourcissant, et une boule sarcodique, qui apparaît à sa partie antérieure, est l'annonce certaine de sa dégénérescence.

Etant donné que le *Pinnotheres pisum* Penn. et le *Nematopsis Schneideri* Léger n'existent jamais l'un sans l'autre chez *Mytilus edulis*, la

(1) *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 23 juin 1913.

Grégarine *Cephaloidophora fossor* Léger du petit crabe mytilicole pourrait bien être une *Porospora*, qui tomberait alors en synonymie avec *Nematopsis Schneideri*.

Jusqu'ici, nous avons seulement suivi le développement des spores nématopsidiennes des branchies de *Cardium edule* L. On peut observer leur déhiscence presque aussi bien dans un *Pachygrapsus* ou un *Eriphia* que dans un *Carcinus* ou un *Portunus*, mais le sporozoïte mis en liberté ne se fixe et ne se développe en Grégarine que chez les *Carcinus* ou les *Portunus*.

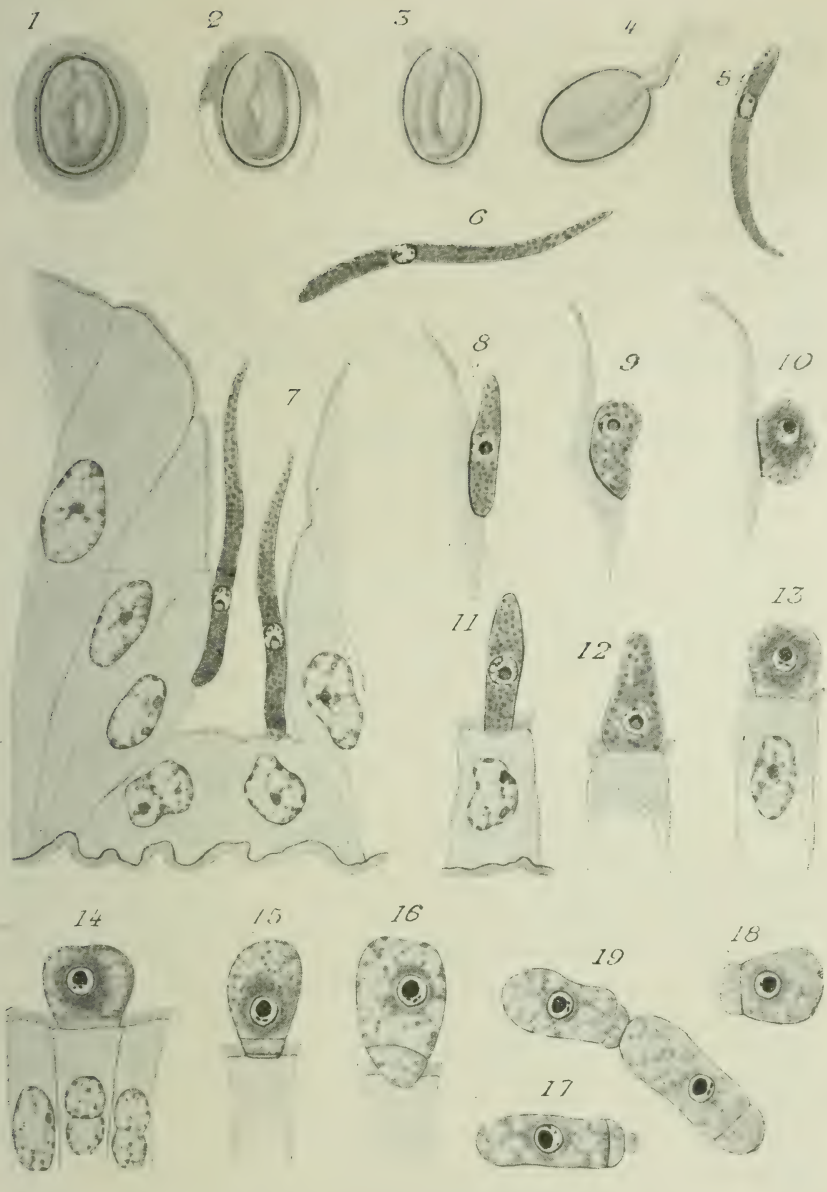
Nous avons déjà décrit cette spore monozoïque de *Porospora portunidarum* Frenzel avec son épaisse épispore mucoïde et son endospore mince et résistante percée d'un micropyle apical (fig. 1). Quand ces spores sont avalées par un *Portunus depurator* Leach, au bout de cinq à six heures beaucoup d'entre elles sont ouvertes sous l'action du suc intestinal et on peut assister à la déhiscence de celles qui ne le sont pas. L'épispore se gonfle légèrement, puis est digérée progressivement, la dissolution commençant par le gros bout (fig. 2) et s'étendant de proche en proche jusqu'au sommet micropylaire, où une mince calotte de substance épisporale plus condensée persiste assez longtemps (fig. 3). Dès qu'elle est disparue, le sporozoïte sort par le micropyle (fig. 4).

Sporozoïtes libres. — Le sporozoïte de *Porospora portunidarum* n'a guère plus de 22 μ quand il vient de sortir de la spore (fig. 5). Bien qu'il soit capable de se piquer sur une cellule dès sa sortie, il mène souvent dans la lumière intestinale du Crabe une vie libre pendant laquelle il grandit notablement. Nous avons observé des sporozoïtes libres ayant jusqu'à 34 μ (fig. 6) et on en trouve de cette taille qui viennent de se fixer (fig. 7). Peut-être d'ailleurs existe-t-il une première période où le sporozoïte s'attache aux cellules et s'en détache tour à tour.

Céphalins. — Dans le stade de céphalin, nous distinguerons deux phases, une phase de tassement et une phase d'accroissement.

Le sporozoïte se pique généralement dans les dépressions qui séparent les bouquets de cellules mûres, mais aussi bien sur les cellules jeunes formant le fond de la dépression que sur les flancs ou le plateau des cellules mûres qui la bordent (fig. 7). Dès qu'il s'est fixé définitivement, il change de forme. On le voit se tasser jusqu'à devenir globuleux et n'avoir au plus que 7 μ de hauteur (fig. 10, 13). C'est alors à peu près une sphère dont on aurait enlevé une calotte et qui s'appliquerait sur la cellule par la surface de section.

Pour arriver à cette forme caractéristique de la phase de tassement, le sporozoïte prend des aspects variables selon les cas et déterminés par son orientation première. S'il s'est fixé sur le flanc d'une cellule mûre, il s'accole à elle par toute une partie latérale de son corps (fig. 8) et en se condensant s'affaisse comme une jeune *Nina* (fig. 9). S'est-il, au contraire, piqué sur une cellule jeune, alors il se tient toujours perpendi-



Porospora portunidarum Frenzel.

1. Spore nématopsidienne des branchies du *Cardium edule* L.; 2. 3. 4. Digestion de l'épispore et sortie du sporozoïte; 5. Sporozoïte récemment sorti (Giemsa); 6. Sporozoïte sorti depuis plusieurs heures; 7. Sporozoïtes fixés; 8. 9. 10. Phase de tassement sur le flanc d'une cellule mûre; 11. 12. 13. Phase de tassement sur le plateau d'une cellule jeune; 14, 15, 16. Accroissement du céphalin; 17, 18, 19. Sporadins. × 1500.

culaire à la surface du plateau, se raccourcit en restant cylindrique (fig. 11), s'applique ensuite plus largement sur le plateau cellulaire en devenant conique (fig. 12), et, par le progrès de la contraction, atteint la forme en dôme caractéristique de la fin du tassement (fig. 13). Dans cette transformation, qui est rapide, les jeunes stades ne changent guère de volume.

A la phase de tassement succède la phase d'accroissement (fig. 14, 15, 16) pendant laquelle (stade de 10 μ) apparaît une cloison délimitant un protomérite et un deutomérite. Quand elle a 10 μ, la jeune Grégarine peut se détacher définitivement de l'épithélium (fig. 18). En général, elle y reste fixée jusqu'à 13 μ et on trouve même des céphalins mesurant 18 μ.

Nous avons observé chez la *Porospora* du Homard de très jeunes céphalins dont la taille ne dépassait guère ceux de *Porospora portunidarum*. Mais on en trouve aussi de beaucoup plus longs et il n'est pas rare d'observer, encore fixées à l'épithélium, des *Porospora gigantea* E. v. Bened. de plus de 100 μ. Cette particularité doit être en relation avec l'absence fréquente d'accouplement des sporadins. Ceux-ci, lorsqu'ils ne se conjuguent pas, doivent être capables de se fixer de nouveau à l'aide de leur mucron, qui s'étale en ventouse.

Sporadins. — Tandis que chez *Porospora gigantea* le stade de céphalin peut durer longtemps, chez *Porospora portunidarum*, la petite Grégarine quitte définitivement l'épithélium dès le quatrième ou le cinquième jour. C'est qu'ici l'accouplement est très constant et très précoce. On trouve souvent de jeunes couples où le satellite ne dépasse pas 13 μ (fig. 19). Généralement, il est vrai, le primite est plus grand, mais la règle n'est pas absolue.

Sans insister sur l'enkystement, notons que nous avons observé chez *Porospora portunidarum* des kystes solitaires, des kystes doubles et des kystes à trois conjugués. Les kystes doubles sont de beaucoup les plus communs. Ils sont certainement plus favorables à la propagation de l'espèce que les kystes solitaires. La réunion en un même kyste d'individus de sexe différent assure le transport simultané, dans le Lamellibranche, de germes des deux sexes, et par conséquent favorise la copulation.

Au fond, l'accouplement des *Porospora* précédant l'enkystement a la même signification sexuelle que chez les autres Grégarines. Il reste comparable, par exemple, à celui des Clepsidrines auxquelles les *Porospora* ressemblent par plusieurs caractères : développement extracellulaire, accouplement précoce et alignement en chaînes. Les stades intracellulaires que nous avons signalés, et qui sont certains, ne semblent pas faire partie de l'évolution normale.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette. — 15703.

SUR UNE NOUVELLE SCHIZOGRÉGARINE A STADES ÉPIDERMIQUES ET A SPORES MONOZOIQUES[1]

Par MM. L. LÉGER et O. DUBOSCQ.

Dans les *Lumbriculus variegatus* Müll. des environs de Grenoble, nous avons trouvé divers stades évolutifs d'un nouveau Sporozoaire que nous rattachons aux Schizogrégarines. Nous l'avons appelé (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, juin 1911) *Spirocystis nidula.*

Le parasite se rencontre sous forme de schizontes, d'éléments en croissant (schizozoïtes) ou ovoïdes (gamètes), souvent réunis en nichées, et de sporocystes isolés et monozoïques analogues aux spores de *Porospora* (= *Nematopsis*) qu'on trouve chez les Lamellibranches. Ces différents stades du parasite ne coexistent pas dans un seul et même organe de l'hôte, mais se répartissent selon leur nature depuis l'épithélium intestinal jusque dans l'épiderme, voire même dans le système nerveux.

Les schizontes sont logés dans le péritoine somatique ou viscéral, parfois dans les ganglions nerveux de la chaîne ventrale. Très jeunes (stades de 15 μ) ils ont la forme de larges croissants avec un seul noyau. En grossissant, ils multiplient leurs noyaux en s'enroulant en une spire aplatie comme un escargot comprenant trois tours, et leur extrémité légèrement déjetée montre un assez long mucron terminal. Au début, ils sont intracellulaires, plus tard, lorsqu'ils ont grossi, ils sont enveloppés par une mince membrane syncytiale provenant de l'hôte.

[1] Communication faite à la Société de Biologie de Paris le 21 février 1914.

Au terme de leur croissance, les schizontes, toujours enroulés et presque discoïdaux, mesurent 35 μ de diamètre et possèdent de nombreux noyaux sphériques à karyosome central et à fins grains de chromatine. Ils donnent alors naissance aux schizozoïtes qui s'individualisent par contraction du cytoplasma autour de chaque noyau.

Les schizozoïtes, libérés par gélification de la paroi maternelle, émigrent dans l'épithélium intestinal, les cellules chloragogènes et surtout dans l'épiderme où on les trouve sous forme de croissants ou de stades ovoïdes uninucléés, isolés ou réunis en amas dans de petites cavités creusées dans les tissus. Ces amas ou nichées comportent un nombre variable d'éléments dont on distingue deux sortes à la fin de la croissance. Les uns petits, de 7 μ environ, sont fusiformes, à cytoplasme très clair et à noyau condensé; les autres plus gros (11 μ), ovoïdes, ont un cytoplasma très colorable avec un gros noyau et montrent de curieux filaments sidérophiles, peut-être mitochondriaux.

Nous pensons que ces deux sortes d'éléments représentent respectivement les micro et macrogamètes, mais nous n'avons pas suivi en détail la copulation qui doit ici aboutir à la formation d'un unique sporocyste comme chez *Ophryocystis*.

Les sporocystes se trouvent en effet toujours isolés dans la couche chloragogène. Ils sont gros (30 μ), ovoïdes, avec une paroi doublée d'une épaisse enveloppe gélatineuse et munie, à un pôle, d'un micropyle obstrué par un bouchon hyalin. Chacun d'eux renferme un seul sporozoïte replié deux fois et atteignant près de 40 μ de longueur.

Ces sporocystes représentent évidemment le stade durable du parasite et, en raison de leur situation dans les cellules chloragogènes, ils ne peuvent être mis en liberté que par la mort de l'hôte. Mais il est probable qu'il s'en forme également dans l'intestin où nous avons observé des gamètes provenant des nichées de l'épithélium intestinal. Ceux-ci seraient alors normalement rejetés au dehors avec les excréments. Quant à la destinée des nichées de l'épiderme, elle reste énigmatique. Ces nichées, en

soulevant le tégument, forment à la surface de la peau de minuscules tumeurs blanchâtres qui, en s'ulcérant, émettent dans l'eau les éléments parasitaires dont nous n'avons pu suivre le sort.

Par ses caractères et son évolution, le *Spirocystis* nous paraît devoir rentrer dans les Schizogrégarines. C'est une Schizogrégarine monosporée et monozoïque comme le *Porospora* dont les spores nématopsidiennes lui ressemblent beaucoup; mais son évolution se fait ici sans changement d'hôte.

En terminant, nous noterons que nous avons rencontré des spores nématopsidiennes d'un type un peu différent chez d'autres Oligochètes (Naïdides) et chez divers Polychètes, par exemple chez *Polyophtalmus*. Mesnil a déjà signalé le même fait chez des Sabelliens (*Bull. Inst. Past.*, 1904) et notamment, d'après une communication qu'il a bien voulu nous faire, chez *Oria*. Dans les Polychètes à spores nématopsidiennes que nous avons examinées, nous n'avons pas vu de stades végétatifs schizogoniques et l'on doit alors se demander si les spores qu'ils hébergent ne proviennent pas d'un Sporozoaire hétéroïque comme les *Porospora*.

DOSSIERS PISCICOLES DES COURS D'EAU ALPINS

MONOGRAPHIE HYDROBIOLOGIQUE PISCICOLE DU BASSIN DE LA ROMANCHE[1]

Par M. Léon PERRIER,

Ancien chef des travaux de zoologie à l'Université de Grenoble,

Député de l'Isère.

Dans cette monographie nous nous sommes proposé d'étudier, aux points de vue hydrobiologique et piscicole, cette région des Alpes françaises arrosée par la Romanche et ses affluents, région dont l'ensemble constitue géographiquement *l'Oisans.*

Le Bassin de la Romanche, annexe rive droite fort importante du Bassin du Drac, a une superficie totale, y compris ses affluents, de 120.388 hectares. Sur cette superficie totale ses deux affluents les plus importants, le Vénéon et l'Eau-d'Olle, représentent 48.762 hectares, dont 31.356 hectares pour le Vénéon et 17.406 hectares pour l'Eau-d'Olle.

Avant toute étude il y a d'abord lieu d'observer que cette région est caractérisée, au point de vue hydraulique, par un régime essentiellement variable. Cela résulte du fait que la plupart des cours d'eau de ce bassin ont leur origine dans l'eau de fonte des glaciers et dans les condensations abondantes qui se pro-

[1] Extrait des *Annales de l'Université de Grenoble.* t. XXVI, n° 1, 1914.

duisent sur la grande étendue des surfaces neigeuses ou glacées de l'Oisans et même assez loin en dehors de ces surfaces.

Le tableau suivant, très succinct, des débits maximum et minimum de la Romanche dans ces dernières années, débits relevés à la station de jaugeage du Bourg-d'Oisans, placée en quelque sorte au milieu du bassin, indiquera très nettement le régime hydraulique irrégulier des cours d'eau de cette région.

Années.	Débit maximum à la seconde.	Débit minimum à la seconde.
1904	105^{mc}500	1^{mc}600
1905	133 »	2 »
1906	119 »	4 750
1907	145 »	4 050
1908	181 »	4 400
1909	152 »	1 600
1910	145 »	6 500
1911	176 »	8 200

Il résulte évidemment de débits aussi variables une modification constante de la largeur des cours d'eau de ce bassin. C'est ainsi que, par exemple, la basse Romanche, entre Séchilienne et Vizille, peut n'avoir, à certaines époques, que 25 mètres de large, alors qu'aux périodes de fortes eaux elle en a plus de 150. Nous avons donc dû dans le texte, pour la notation des largeurs moyennes, indiquer des chiffres qui parfois ne concordent pas avec la largeur indiquée par le tracé de la carte.

Quant à la faune piscicole, si on excepte les lacs du plateau de Laffrey et les 15 derniers kilomètres de la Romanche où quelques cyprinides remontent du Drac, elle est essentiellement constituée dans tout ce bassin par la Truite.

De nombreux lacs de haute altitude se rencontrent dans cette région des Alpes; nous avons indiqué tous ceux qui sont actuellement empoissonnés, sans donner de grands détails sur leur faune nutritive et leur capacité biogénique, ces lacs devant être

prochainement l'objet d'une étude plus précise à ce point de vue. Pour la plupart, nous nous sommes donc contenté de noter ici, d'après les indications de M. le professeur Léger [1], le nombre approximatif d'alevins que ces lacs peuvent recevoir annuellement.

I

LA ROMANCHE

Affluent rive droite du Drac.

Rivière torrentueuse non navigable, non flottable; longueur totale 77 kilomètres.

Communes traversées ou bordées : dans le département des Hautes-Alpes : Villar-d'Arène, La Grave; dans le département de l'Isère : Mizoën, Le Mont-de-Lans, Le Freney-d'Oisans, Auris, Le Bourg-d'Oisans, Allemont, Livet-et-Gavet, Séchilienne, Vizille, Montchaboud, Notre-Dame-de-Mésage, Jarrie, Champ-sur-Drac.

10e et 14e Conservations. — Inspections de Briançon et de Grenoble-Sud. — Cantonnements de Briançon, Bourg-d'Oisans, Vizille.

Principaux affluents [2]. — Rive droite : d^1 *Ruisseau du Lautaret,* d^2 *Torrent de Morian,* d^3 *Torrent des Buffes,* d^4 *Ruisseau de Rif-Tord,* d^5 *le Ferrand,* d^6 *la Sarennes,* d^7 *l'Eau-d'Olle,* d^8 *Ruisseau de Séchilienne,* d^9 *le Vernon.* — Rive gauche : g^1 *Torrent de la Meije,* g^2 *Ruisseau de Mont-de-Lans,* g^3 *le Vénéon,* g^4 *la Rive,* g^5 *la Lignarre,* g^5 *le Rioupéroux,* g^7 *Torrent de Gavet,* g^8 *Ruisseau de La Morte,* g^9 *Ruisseau du Lac Mort,* g^{10} *Ruisseau de Laffrey.*

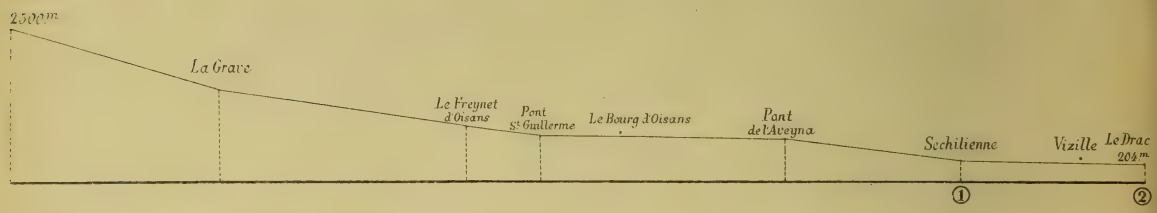
---

[1] V. L. Léger, Essai sur la mise en valeur piscicole des lacs alpins de haute altitude. Expériences et conclusions, *Ann. de l'Université de Grenoble,* t. XXV, n° 3, 1913.

[2] Les affluents sont énumérés de la source vers l'embouchure : d^1, d^2, d^3..... affluents de la rive droite ; g^1, g^2, g^3..... affluents de la rive gauche.

Source à l'altitude de 2.500 mètres environ, sur la commune de Villar-d'Arène au Glacier de la Plate des Agneaux.

Embouchure dans le Drac à l'altitude de 264 mètres dans la commune de Champ-sur-Drac.



Profil en long de la Romanche

1:500.000 (L) et 1:125.000 (H)

① *Limite aval du Tronçon n.° 1* — ② *Limite aval du Tronçon n.° 2.*

Tronçonnement biologique[1].

La Romanche, au point de vue biologique piscicole, est divisible en deux tronçons.

Tronçon n° 1. — De la source à Séchilienne. Allure torrentueuse, cours d'eau entrecoupé de cascades dans la partie supérieure, endiguée à cours lent dans la traversée de la plaine du Bourg-d'Oisans. Rivière torrentueuse à cours rapide industrialisée du Pont de l'Aveyna à Séchilienne. Cours d'eau essentiellement salmonicole.

Tronçon n° 2. — De Séchilienne à l'embouchure. Rivière torrentueuse à cours rapide, à caractère piscicole mixte (Salmonides et Cyprinides, mais toujours avec prédominance des premiers).

---

[1] Le tronçonnement indiqué ici est un tronçonnement purement piscicole, le tronçon n° 1 étant essentiellement salmonicole, le deuxième un tronçon mixte (salmonides et cyprinides). Au point de vue hydrographique la Romanche pourrait être divisée en trois tronçons : le premier de la source au pont Saint-Guillerme, torrent à cours rapide entrecoupé de cascades; le deuxième du pont Saint-Guillerme au pont de l'Aveyna, rivière de plaine; le troisième du pont de l'Aveyna à l'embouchure, rivière à cours rapide en partie industrialisée.

TRONÇON N° 1.

(De la source à Séchilienne.)

Torrent de montagne à cours rapide et irrégulier.

Physionomie biologique et valeur piscicole des diverses parties du tronçon.

Source. — La Romanche prend sa source au Glacier de la Plate des Agneaux, dans le massif du Pelvoux. L'eau de fonte, après s'être infiltrée dans les moraines du glacier, forme un cours d'eau qui se trouve rapidement grossi des eaux provenant d'autres glaciers voisins.

La source de la Romanche, comme celle de tout cours d'eau qui prend son origine dans la fonte des neiges, n'a aucun intérêt au point de vue piscicole quoique non dépourvue de faune. Vers la source de la Romanche la faune est principalement représentée par des Planaires (*Planaria alpina*).

De la source au confluent du Ruisseau du Lautaret. — A peu de distance de sa source, la Romanche forme le petit Lac de l'Etoile, dévale ensuite rapidement à travers des roches éboulées. A Valfourche elle reçoit le torrent du Clot des Cavales, descendu des glaciers du même nom. En amont des chalets de l'Alpe de Villar-d'Arène, la Romanche, qui coule plus paisiblement, forme un nouveau lac : le Lac Pair. Grossie des eaux descendues du Col d'Arsine, la Romanche franchit en cascades les rochers du Pas de l'Ane à Falque, pour arriver aux environs du Villar-d'Arène où elle reçoit le Ruisseau du Lautaret.

Dans cette première partie de son cours la Romanche, qui a une largeur moyenne de 2 mètres et une profondeur de 0 m. 30, n'a aucune valeur piscicole. Aucun poisson ne remonte, en effet, les cascades du Pas de l'Ane à Falque. La faune y est peu riche, représentée principalement par des larves d'Ephémérides.

Du confluent du Ruisseau du Lautaret à la plaine du Bourg-d'Oisans. — Dans ce long parcours, la Romanche se présente parfois comme un torrent encaissé entre de hautes murailles granitiques (en aval de La Grave, du Freney à la plaine du Bourg-d'Oisans), parfois la vallée s'élargit, creusée dans les schistes du Lias (Villar-d'Arène, Le Dauphin). Quoique dans ces dernières parties le torrent ait une pente moins déclive, il présente cependant la même physionomie biologique sur le parcours de tout le tronçon. Le fond est composé de cailloux d'éboulis en majorité granitiques, parfois colmatés par du sable provenant des schistes liasiques.

C'est aux environs du confluent du Ruisseau du Lautaret que se trouve la limite d'extension de la Truite; les cascades qui se trouvent en amont offrent une barrière infranchissable à la remontée de tout poisson.

De ce point au Freney-d'Oisans la Truite est le seul poisson qui se trouve dans ces eaux, le Chabot ne remonte guère dans la Romanche que jusqu'aux gorges de l'Infernet, environ à la hauteur d'Auris.

Aucune servitude industrielle ne vient modifier l'économie biologique de ce cours d'eau dans sa partie supérieure.

La largeur moyenne est de 4 mètres aux environs de La Grave et 8 mètres au pont Saint-Guillerme pour des profondeurs respectives de 0 m. 30 et 0 m. 40.

La faune est ici représentée par des larves d'Ephémérides (dominante) *Ecdyurus, Bœtis,* des larves de Phryganéides *Drusus, Odontocerum,* des larves de Diptères *Simulium.*

La capacité biogénique dans toute cette partie du cours de la Romanche est de IV.

La Romanche reçoit, dans cette partie de son cours, de nombreux affluents sur les deux rives, dont un (le Ferrand) est un torrent très important, mais aucun de ces affluents n'a de valeur piscicole. Ceux qui sont en terrain granitique débouchent dans la vallée de la Romanche par de hautes cascades, c'est le cas de la majorité des torrents de la rive gauche descendant des gla-

ciers de la Meije, du Râteau, du Mont-de-Lans, et de certains de la rive droite. Les torrents dont le thalweg est creusé dans les synclinaux liasiques charrient, aux moments des pluies et de la fonte des neiges, de telles quantités de débris schisteux que l'eau devient boueuse et colmate le fond qui de ce fait est stérile.

La plaine du Bourg-d'Oisans, du confluent du Vénéon au pont de l'Aveyna. — A son débouché dans la plaine du Bourg-d'Oisans, la Romanche ralentit son allure. Sur une longueur de 15 kilomètres environ, la différence de niveau n'est que de 13 mètres. La vallée creusée dans un synclinal de Lias a, pendant plusieurs siècles, été transformée en lac (Lac de Saint-Laurent); les alluvionnements de la Romanche et du Vénéon exhaussant continuellement le niveau de la plaine et menaçant les propriétés riveraines, le lit de la Romanche dut être endigué du confluent du Vénéon à celui de l'Eau-d'Olle.

Dans tout ce parcours endigué, la Romanche a une largeur moyenne de 20 mètres et une profondeur de 0 m. 50; l'eau est trouble et coule sur un fond sableux noirâtre composé de menus débris des schistes liasiques apportés par le Ferrand et la Lignarre, peu de flore de fond.

Après avoir reçu l'Eau-d'Olle à Rochetaillée, la Romanche, changeant brusquement de direction, s'engage dans une gorge creusée dans les roches granitiques du massif de Belledonne, mais son cours reste tranquille et lent jusqu'au pont de l'Aveyna. Ici la Romanche n'est pas endiguée, elle coule à travers des prairies.

Dans la plaine du Bourg-d'Oisans, la Romanche reçoit des affluents importants, sur la rive droite : la Sarennes et l'Eau-d'Olle; sur la rive gauche : le Vénéon, la Rive et la Lignarre.

Dans cette partie tranquille de son cours, la Romanche est peuplée de Truites (assez abondantes aux environs de Rochetaillée) et de Chabots, le Vairon s'y rencontre également.

La faune est représentée par des larves de Phryganéides (dominante) *Drusus, Goera, Hydropsyche,* des larves d'Ephémérides

Ecdyurus, Bœtis. La Crevette, très abondante dans certains affluents, se rencontre également dans cette partie de la Romanche.

La capacité biogénique est ici de III.

Du pont de l'Aveyna à Séchilienne. — A partir du pont de l'Aveyna la gorge de la Romanche se rétrécit et le cours d'eau se précipite avec rapidité, sa déclivité atteint parfois 75 mètres par kilomètre. Aussi cette dénivellation a-t-elle été mise à profit par l'industrie. Du pont de l'Aveyna à Séchilienne, l'eau de la Romanche sort d'une usine pour entrer dans les conduites de la suivante. Nous rencontrons sur ce parcours de 11 kilomètres sept usines : Livet, Ponant, Rioupéroux, les Clavaux, les Roberts, Pierre-Eybesse, Gavet.

De ces usines, certaines, dont la puissance en HP dépasse 10.000, peuvent détourner dans leurs canalisations de 20.000 à 27.000 litres d'eau à la seconde. De ce fait, le lit de la Romanche se trouve asséché aux moments des basses eaux sur une grande partie de son cours, principalement en amont des usines de Livet, des Clavaux et de Gavet.

Les usines de Livet, Rioupéroux et Pierre-Eybesse, se livrant à la production de produits chimiques ou métallurgiques, déversent dans le lit de la rivière des produits nocifs pour les poissons.

Quoique aux époques de fortes eaux on trouve de la Truite dans cette partie de son cours, nous pouvons considérer que la Romanche, étant donnée l'industrialisation de ses eaux, n'a aucune valeur piscicole du pont de l'Aveyna à Séchilienne.

Caractères piscicoles du tronçon n° 1.

Largeur moyenne : 6 mètres au Dauphin, 10 mètres au Bourg-d'Oisans.

Profondeur : 0 m. 30 à 1 mètre.

Température : 3° à 11°.

Cours d'eau ne gelant jamais.

Vitesse régulière rapide dans la plus grande partie du cours, lente dans la traversée de la plaine du Bourg-d'Oisans.

Obstacles : cascades infranchissables en amont de Villar-d'Arène.

Fond : en grande partie granitique (cailloux, éboulis, blocs de rochers, etc.), sableux (débris de schistes) dans la partie endiguée.

Eau limpide, sauf en grandes crues, un peu trouble en aval du confluent du Ferrand (apports de schistes délitables).

Bords variables suivant les zones (encaissés ou dégagés).

Vents dominants : Est, Ouest dans la plus grande partie du cours, Nord, Sud dans la plaine du Bourg-d'Oisans.

Faune nutritive du cours d'eau.

Par ordre de fréquence :

Larves d'Ephémérides (*Ecdyurus, Hydropsyche, Bœtis*).
Larves de Phryganéides (*Drusus, Odontocerum, Goera*).
Larves de Diptères (*Simulium, Liponeura*).
Larves de Perlides (*Nemoura, Perla*).
Dominante : larves d'Ephémérides.
Capacité biogénique : IV en amont de la plaine du Bourg-d'Oisans, III en aval du pont Saint-Guillerme.

Faune piscicole. — La faune piscicole est presque exclusivement représentée par la Truite (*Trutta fario* L.), le Chabot (*Cottus gobio* E.) ne remonte guère dans la Romanche que jusqu'aux gorges de l'Infernet en aval du Freney-d'Oisans.

Dans ce tronçon de la Romanche, on rencontre peu de frayères naturelles, les bords du cours d'eau étant très encaissés; des points favorables aux lancements d'alevins se rencontrent en amont du Freney, vers le Dauphin, aux abords de Villar-d'Arène et dans la plaine du Bourg-d'Oisans aux environs de Roche-taillée.

Pêche. — La seule pêche pratiquée dans ce tronçon est la pêche à la ligne amorcée aux larves de Phryganes et aux Lombrics.

TRONÇON N° 2.

(De Séchilienne à l'embouchure.)

Rivière torrentueuse à cours rapide, à caractère piscicole mixte.

Physionomie biologique et valeur piscicole du tronçon.

A partir de Séchilienne, la Romanche, dont la largeur moyenne est de 50 mètres et la profondeur de 0 m. 60, ralentit son allure. Son eau, un peu troublée, court sur un lit de grosses pierres sans flore de fond; sur tout ce parcours de 10 kilomètres la Romanche conserve ce caractère de large rivière torrentueuse.

La faune nutritive est représentée par des larves de Phryganéides (dominante) *Drusus, Odontocerum,* des larves d'Ephémérides *Ecdyurus, Bœtis,* des larves de Diptères *Simulium,* etc.

La capacité biogénique est de III.

La faune piscicole est essentiellement représentée par la Truite, mais le voisinage du Drac se fait sentir. Certains poissons assez communs dans cette dernière rivière remontent dans la Romanche, c'est ainsi qu'à Séchilienne on rencontre la Suiffe, à Saint-Pierre-de-Mésage le Hotu; le Barbeau et le Meunier se pêchent aux environs de Vizille, enfin l'Apron remonte jusqu'aux abords de la gare de Jarrie-Vizille.

Caractères piscicoles du tronçon n° 2.

Largeur moyenne : 50 mètres.
Profondeur : 0 m. 60.
Température : 8° à 13°.
Cours d'eau ne gelant jamais.

Vitesse régulière rapide (torrent).

Obstacles (barrages d'usines) à la circulation du poisson, du pont de l'Aveyna à Séchilienne.

Fond : granitique et calcaire (cailloux, éboulis, blocs de rochers).

Eau trouble.

Bords dégagés.

Faune nutritive du cours d'eau.

Par ordre de fréquence :

Larves de Phryganéides (*Ecdyurus, Bœtis, Hydropsyche, Philopotamus*).

Larves d'Ephémérides (*Drusus, Odontocerum, Limnophilus*).

Larves de Diptères (*Simulium*).

Larves de Perlides (*Perla, Nemoura*).

Crevettes (*Gammarus*).

Planaires.

Mollusques (Limnées).

Capacité biogénique : III.

Faune piscicole. — Truite (*Trutta fario* L.), Chabot (*Cottus gobio* L.), Suiffe (*Squalius Agassizii* Heck.), Hotu (*Chondrostoma nasus* L.), Barbeau (*Barbus fluviatilis* Agass.), Meunier (*Squalius cephalus* L.), Apron (*Aspro vulgaris* Cuv.).

La Truite domine de beaucoup, les Cyprinides remontent du Drac, ils se raréfient de plus en plus à mesure qu'on s'approche de Séchilienne, limite supérieure du tronçon.

Pêche. — La seule pêche pratiquée est la pêche à la ligne. Le braconnage sévit dans ce dernier tronçon de la Romanche avec intensité.

Affluents de la Romanche.

La Romanche reçoit tout le long de son cours de nombreux affluents, peu de ces cours d'eau ont une réelle valeur piscicole.

Comme nous l'avons expliqué au sujet des affluents du premier tronçon, les uns gagnent la vallée de la Romanche en franchissant des barres rocheuses par de hautes cascades, d'autres, qui drainent les eaux de terrains formés par les roches délitables des schistes liasiques, voient leurs eaux se charger de limon rendant leur lit stérile. Certains de ces derniers sont cependant des cours d'eau importants (le Ferrand, 16 kilomètres; la Lignarre, 10 kilomètres). Il est certain que l'on peut, dans ces cours d'eau, pêcher des poissons aux moments des basses eaux, quand l'eau est claire, mais ce sont là des poissons remontant de la Romanche dans des conditions favorables mais exceptionnelles.

Nous n'étudierons donc ici que les affluents ayant une réelle valeur piscicole, c'est-à-dire :

Pour la rive droite : la Sarennes, d^6, l'Eau-d'Olle, d^7 (le Ruisseau de Séchilienne, d^8, et le Vernon, d^9, ont été étudiés dans une précédente monographie [1]); pour la rive gauche : le Vénéon, g^3, la Rive, g^4, le Rioupéroux, g^6, le Torrent de Gavet, g^7, le Ruisseau de la Morte, g^8, le Ruisseau du Lac Mort, g^9, le Ruisseau de Laffrey, g^{10}.

Certains de ces cours d'eau, ou leurs affluents, sont les émissaires de lacs empoissonnés. Nous étudierons ces lacs avec leurs émissaires.

D^6. La Sarennes.

Affluent rive droite de la Romanche.

La Sarennes prend sa source dans le massif des Grandes-Rousses, au Glacier de Sarennes. Sur un parcours de 12 kilomètres, la Sarennes dévale rapidement d'une altitude de 2.600 mè-

---

[1] V. Piraud, Monographie hydrobiologique piscicole des cours d'eau de la partie sud du Massif de Belledonne, *Ann. de l'Univ. de Grenoble*, t. XXIV, n° 2, 1912, et *Trav. du Lab. de Pisciculture de l'Univ. de Grenoble*, 1912.

tres à celle de 722 dans la plaine du Bourg-d'Oisans où elle débouche par une importante cascade.

C'est sur un lit de cailloux et de roches éboulées entrecoupé de cascades que coule l'eau très claire de ce torrent dont la largeur moyenne est de 2 m. 50 pour une profondeur de 0 m. 30.

La faune très riche est représentée par des larves d'Ephémérides (dominante) *Ecdyurus, Bœtis,* des larves de Phryganéides *Drusus, Odontocerum,* des larves de Perlides, etc.

Les Truites sont abondantes sur presque tout le parcours de la Sarennes, ce poisson remonte en effet à 2 kilomètres de la source en face du Col de Sarennes.

L'eau de la Sarennes est utilisée en arrivant dans la plaine du Bourg-d'Oisans par une usine de soierie. Dans cette plaine, le cours d'eau est canalisé et vient se jeter dans la Romanche en face du confluent de la Lignarre. Dans ce parcours en plaine, la faune est également riche, mais la dominante se trouve ici être la Crevette. La Truite, le Chabot et le Vairon s'y rencontrent en assez grande quantité.

La capacité biogénique de la Sarennes peut être évaluée à IV dans son cours supérieur et V dans la plaine du Bourg-d'Oisans.

Les affluents de la Sarennes sont sans intérêt au point de vue piscicole, cependant, dans la plaine, elle reçoit les eaux canalisées des nombreuses sources qui se trouvent sur la rive droite de la Romanche entre le pont Saint-Guillerme et le pont du Bourg-d'Oisans.

Ce canal, qui présente un fond riche en plantes aquatiques, abrite une faune où dominent les Crevettes et les larves d'Ephémérides.

Dans ce canal, dont la largeur moyenne est de 1 mètre et la profondeur de 0 m. 40, on rencontre de nombreuses Truites, du Chabot, du Vairon et des Ecrevisses. Sa capacité biogénique est de V.

Caractères piscicoles de la Sarennes.

Largeur moyenne : 2 m. 50 dans la partie supérieure, 4 mètres dans la plaine.

Profondeur : 0 m. 30.

Température : 5° à 12°.

Vitesse régulière rapide.

Obstacles : cascades dans la partie supérieure et au débouché de la plaine.

Fond : cailloux, éboulis, blocs de rochers granitiques dans la partie supérieure, sable fin et touffes de plantes aquatiques dans la plaine.

Eau très limpide.

Bords : encaissés dans la partie supérieure, dégagés dans la plaine.

Faune nutritive du cours d'eau.

Par ordre de fréquence :

Larves d'Ephémérides (*Ecdyurus, Bœtis, Cloeon*).

Larves de Phryganéides (*Drusus, Odontocerum, Hydropsyche, Philopotamus*).

Larves de Perlides (*Perla, Nemoura*).

Larves de Diptères (*Simulium, Liponeura*).

Larves de Coléoptères.

Mollusques (Limnées).

Planaires.

Crevettes.

Dans la partie supérieure, la dominante de faune est représentée par les larves d'Ephémérides et dans la plaine par la Crevette.

Capacité biogénique : IV dans la partie supérieure, V dans la plaine.

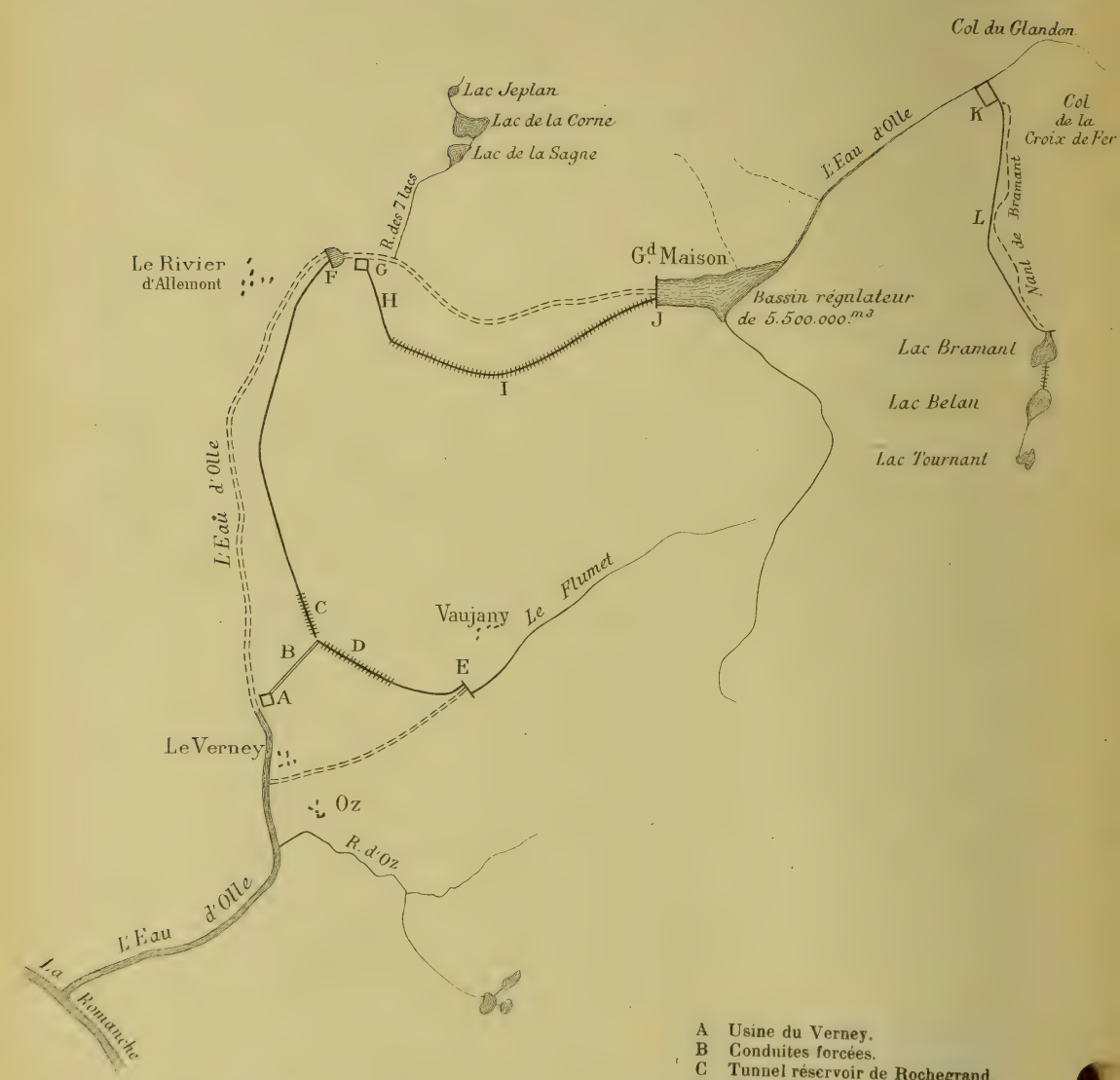
Faune piscicole. — La faune piscicole est dans la partie supérieure exclusivement représentée par la Truite (*Trutta fario* L.), dans la plaine vient s'ajouter le Chabot.

Pêche. — La seule pêche pratiquée est la pêche à la ligne.

D7. L'Eau-d'Olle.

Affluent de la rive droite de la Romanche.

L'Eau-d'Olle prend sa source au Col de la Croix-de-Fer, sur la commune de Saint-Sorlin-d'Arves (Savoie), à une altitude de 2.080 mètres environ. Rapidement grossi par le Nant de Bramans et le Ruisseau de la Cochette, ce cours d'eau est déjà assez important quand il débouche dans la plaine de la Grand'Maison. De ce point à Allemont, l'Eau-d'Olle, encaissée dans un profond défilé, reçoit de nombreux ruisseaux sur les deux rives. Actuellement, la partie comprise entre Le Rivier-d'Allemont et Le Verney peut être considérée comme nulle au point de vue piscicole, un barrage capte les eaux pour une usine de force et assèche le lit du torrent dans la période des basses eaux. En amont du barrage, la Truite, qui remonte jusqu'à Grand'Maison, est assez abondante, mais les travaux en cours entrepris par la Société française d'aluminium vont complètement modifier l'économie biologique de l'Eau-d'Olle dans sa partie supérieure. Comme l'indique le croquis ci-dessous, une première usine au Plan de Suez captera les eaux des lacs qui se trouvent au Nord du Glacier de Saint-Sorlin et un important barrage retiendra les eaux dans la plaine de Grand'Maison, formant un bassin régulateur, véritable lac artificiel de 5.500.000 mètres cubes, ayant 2 kilomètres de longueur sur 400 mètres de large.



A Usine du Verney.
B Conduites forcées.
C Tunnel réservoir de Rochegrand.
D Tunnel réservoir du Flumet.
E Prise d'eau du Flumet.
F Prise d'eau des Sagnes.
G Usine du Rivier.
H Conduite forcée.
I Tunnel d'amenée.
J Barrage de Grand-Maison.
K Usine du Plan de Suez.
L Conduite forcée.

Ce lac pourra être peuplé par des empoissonnements rationnellement effectués.

Du barrage de Grand'Maison à l'usine du Verney, l'Eau-d'Olle sera de ce fait complètement annihilée au point de vue piscicole.

Du Verney à l'embouchure, l'Eau-d'Olle, qui se présente comme un cours d'eau important, d'une largeur moyenne de 10 mètres et d'une profondeur de 0 m. 40, a une réelle valeur piscicole. Coulant sur un fond de cailloux et de rocher avec peu de flore de fond, l'Eau-d'Olle a une faune assez semblable à celle de la Romanche. La dominante est constituée par les larves d'Ephémérides *Ecdyurus, Bœtis;* on trouve aussi en quantité des larves de Phryganéides *Drusus, Micropterna, Odontocerum, Hydropsyche* et, dans la partie inférieure de son cours, la Crevette.

La capacité biogénique est de V.

Dans la partie inférieure, le Chabot remonte jusqu'aux environs d'Allemont.

Affluents de l'Eau-d'Olle.

Ruisseau des 7 lacs.

Parmi les affluents de l'Eau-d'Olle, un seul sur la rive droite présente un intérêt piscicole : le Ruisseau des 7 lacs ou Sept-Laux, non par lui-même, il dévale avec trop de rapidité, mais par les lacs dont il est l'émissaire.

Les Lacs Jéplan, de la Corne et de la Sagne, faisant partie du groupe des 7 lacs, déversent leurs eaux dans le Bassin de la Romanche.

Ces lacs, situés à une altitude de 2.000 à 2.100 mètres, se déversent l'un dans l'autre par l'intermédiaire de courts ruisseaux.

Lac Jéplan.

Ce lac, d'une superficie de 2 hect. 05 (cadastre) et d'une profondeur maxima de 5 mètres, possède un fond vaseux avec peu

de flore. La faune est surtout composée de larves d'Ephémérides, le plankton y est abondant. Des essais d'acclimatation de la Truite n'ont donné aucun résultat. Seul le Vairon, qui y a été également introduit, a prospéré.

Lac de la Corne.

Superficie 7 hect. 53 (cadastre), profondeur 26 mètres. Faune nutritive : larves d'Ephémérides et de Phryganéides, plankton abondant.

Les essais d'acclimatation de Truites ont ici très bien réussi, ces poissons sont nombreux et grossissent assez rapidement (on y a pêché des Truites de 2 kilogrammes).

Lac de la Sagne.

Superficie 6 hect. 92 (cadastre), profondeur 22 mètres. Faune nutritive : larves d'Ephémérides et de Phryganéides, plankton abondant. L'été, des algues se développent en abondance sur le fond. On y trouve beaucoup de Truites; mais jamais ces poissons n'atteignent dans ce lac les mêmes proportions que dans le Lac de la Corne, elles sont toujours maigres; on y trouve également du Vairon.

Affluents de la rive gauche.

Des trois principaux affluents de la rive gauche de l'Eau-d'Olle, deux ne présentent aucun intérêt piscicole en raison de la nature des terrains traversés (schistes liasiques), ce sont le Ruisseau de la Cochette et le Flumet. Pour ce dernier, une servitude industrielle (barrage de l'usine du Verney) met parfois à sec le cours du torrent dans sa partie inférieure.

Lacs Noir et Besson.

Ces trois lacs, d'une superficie de 2 hectares environ chacun et d'une profondeur de 7 à 10 mètres, ont tous une faune semblable

composée en majeure partie de larves d'Ephémérides, plankton riche. La Truite est bien acclimatée dans un des Lacs Besson et le Vairon abonde dans les trois lacs qui déversent leurs eaux dans le Ruisseau d'Oz.

Ruisseau d'Oz.

Le Ruisseau d'Oz prend sa source sur le plateau des Petites-Rousses, il sert de déversoir aux trois lacs dont nous venons de parler (Lac Noir et les deux Lacs Besson). Ce ruisseau descend rapidement, par une série de cascades, du plateau des Petites-Rousses et se trouve bientôt, au Bessey, avoir une largeur de 2 mètres et une profondeur de 0 m. 30. Le fond est constitué par des gros cailloux et des blocs d'origine granitique. L'eau, très limpide, a une température de 3° à 11°. La longueur totale du ruisseau est de 4 kil. 500, dont 2 kil. 500 utilisables au point de vue piscicole.

La faune nutritive est constituée par les larves d'Ephémérides (dominante) *Ecdyurus,* de Phryganéides, de Perlides et de Diptères.

La capacité biogénique est de IV.

CARACTÈRES PISCICOLES DE L'EAU-D'OLLE ET DE SES AFFLUENTS.

Largeur moyenne : Eau-d'Olle, 6 mètres.
Ruisseau d'Oz, 2 m. 50.
Profondeur : Eau-d'Olle, 0 m. 40.
Ruisseau d'Oz, 0 m. 30.
Température : 3° à 11°.
Vitesse régulière rapide.
Obstacles : dans l'Eau-d'Olle, barrages d'usine.
Dans le Ruisseau d'Oz, cascades dans la partie supérieure.
Fond : gros cailloux et rochers.
Eau limpide.
Bords encaissés, dégagés dans la partie basse de l'Eau-d'Olle.

Faune nutritive du cours d'eau.

Par ordre de fréquence :

Larves d'Ephémérides (*Ecdyurus, Bœtis*).

Larves de Phryganéides (*Odontocerum, Drusus, Micropterna, Goera, Hydropsyche, Philopotamus*).

Larves de Perlides (*Perla, Nemoura*).

Larves de Diptères (*Simulium, Liponeura, Tanype*).

Larves de Coléoptères.

Mollusques (Limnées).

Planaires.

Crevettes (dans la partie basse de l'Eau-d'Olle).

Dans l'Eau-d'Olle comme dans ses affluents la dominante est représentée par les larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : Eau-d'Olle, V.

Ruisseau d'Oz, IV.

Faune piscicole. — La faune piscicole est exclusivement représentée par la Truite (*Trutta fario* L.); dans la plaine, près de l'embouchure de l'Eau-d'Olle, vient s'ajouter le Chabot.

Pêche. — La seule pêche pratiquée est la pêche à la ligne.

G³. Le Vénéon.

Affluent rive gauche de la Romanche.

Le Vénéon prend sa source dans le massif du Pelvoux, au Glacier de la Pilatte, il traverse le bois du Carrelet et reçoit les eaux de fonte du Glacier du Chardon, cette première partie de son cours formant la vallée de la Pilatte forme le noyau du Parc National. Dans ce parcours, c'est un torrent dévalant à travers des éboulis de roches granitiques. A La Bérarde, il reçoit le Ruisseau des Etançons issu du glacier du même nom sur la face sud de la Meije.

Jusqu'à Saint-Christophe, le Vénéon conserve son allure torrentueuse sur un lit de cailloux et de blocs d'éboulis. A Saint-Christophe, sur un parcours de 1 kilomètre environ, le Vénéon s'étale dans une plaine alluviale ralentissant son cours. Cette plaine, dite Plan du Lac, se termine par un amoncellement de gros blocs éboulés, à travers lesquels le Vénéon descend avec rapidité jusqu'à Bourg-d'Arud où, tout en gardant son allure torrentueuse, son cours présente cependant une dénivellation beaucoup moins brusque. Il débouche ainsi dans la vallée du Bourg-d'Oisans où il rejoint la Romanche en divaguant sur un immense cône de déjections.

Le Vénéon reçoit de nombreux et importants affluents; sur la rive droite ce sont : le Ruisseau des Etançons et le Ruisseau du Diable; sur la rive gauche : les Ruisseaux de la Muande, de la Mariande, de la Pisse, de la Muzelle et du Lovitel. A part ces deux derniers, ces affluents n'ont aucune valeur piscicole.

Les eaux du Vénéon, d'une couleur verte très particulière, ont une température variant de 3° à 8°. La faune est constituée par des larves d'Ephémérides (dominante) *Ecdyurus,* de Diptères, de Phryganéides, de Perlides, etc. La capacité biogénique est de IV.

Au village des Etages, le Vénéon présente une largeur de 4 mètres et une profondeur de 0 m. 40, à Bourg-d'Arud la largeur est de 6 m. 50 pour une profondeur de 0 m. 50.

La Truite remonte dans le Vénéon jusqu'à la hauteur du village de Champhorent; on trouve ce poisson sur tout le parcours du Vénéon à partir de ce point sans qu'il semble prédominer nulle part. Le Chabot ne se rencontre que bien en aval de Venosc, peu avant l'embouchure du cours d'eau.

Affluents du Vénéon.

Lac de la Muzelle.

Ce lac, d'une superficie de plus de 3 hectares, est situé à l'altitude de 2.300 mètres. Ce lac possède actuellement quelques Trui-

tes indigènes provenant sans doute d'anciens repeuplements dont nous ignorons l'origine. La faune nutritive est représentée par des larves d'Ephémérides et de Phryganéides. Les eaux du lac se déversent dans le Ruisseau de la Muzelle.

Ruisseau de la Muzelle.

Le Ruisseau de la Muzelle prend naissance au lac du même nom, la vallée présente une dénivellation moyenne, le ruisseau court sur un lit de rochers et d'éboulis. La largeur moyenne est de 2 mètres, la profondeur de 0 m. 20. La faune nutritive est très semblable à celle du Vénéon (dominante : larves d'Ephémérides).

Lac Lovitel.

Le Lac Lovitel, situé à une altitude de 1.800 mètres et d'une superficie de 23 hect. 92 (cadastre), a une profondeur qui, par suite des oscillations considérables de ses eaux, varie de 50 à 63 mètres (Delebecque). La faune nutritive est surtout constituée par des larves de Phryganéides. Ce lac a été empoissonné pour la première fois en 1780 par l'abbé Garden, curé de Venosc. Ces essais ont très bien réussi; depuis cette époque, plusieurs lancements y ont été effectués et actuellement le lac est peuplé de Truites indigènes. Le Vairon y est très abondant.

Ruisseau du Lovitel.

Ce ruisseau prend sa source en dessous du Lac Lovitel, ce sont des infiltrations à travers la moraine qui retient les eaux du lac qui forment le ruisseau. D'une largeur moyenne de 2 mètres et d'une profondeur de 0 m. 30, ce ruisseau descend en cascades sur un lit de grosses pierres d'éboulis avec peu de flore de fond. La faune est représentée par des larves d'Ephémérides (domi-

nante) et de Phryganéides. Capacité biogénique : IV. La Truite remonte très haut dans ce ruisseau.

Caractères piscicoles du Vénéon et de ses affluents.

Largeur moyenne : Vénéon, 4 mètres dans sa partie supérieure, 6 m. 50 dans la partie inférieure de son cours.

Ruisseau de la Muzelle, 2 mètres.

Ruisseau du Lovitel, 2 mètres.

Profondeur : Vénéon, 0 m. 40 à 0 m. 50.

Ruisseau de la Muzelle, 0 m. 20.

Ruisseau du Lovitel, 0 m. 30.

Température : 3° à 8°.

Vitesse régulière rapide.

Fond : gros blocs d'éboulis et rochers.

Eau limpide.

Bords encaissés dans la plus grande partie du cours, dégagés en certains points.

Faune nutritive du cours d'eau.

Par ordre de fréquence :

Larves d'Ephémérides (*Ecdyurus, Bœtis*).

Larves de Diptères (*Simulium, Liponeura*).

Larves de Phryganéides (*Drusus, Odontocerum, Goera, Hydropsyche*).

Larves de Perlides (*Nemoura*).

Planaires.

Dans le Vénéon et ses affluents la dominante est représentée par les larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : Vénéon, IV.

Ruisseau de la Muzelle, III.

Ruisseau du Lovitel, IV.

Faune piscicole. — La faune piscicole est exclusivement représentée par la Truite (*Trutta fario* L.); près de l'embouchure du Vénéon le Chabot remonte quelque peu ce cours d'eau.

Pêche. — La seule pêche pratiquée est la pêche à la ligne.

G⁴. La Rive.

Affluent rive gauche de la Romanche.

La Rive est certainement la rivière de l'Oisans la plus intéressante au point de vue piscicole, tant par sa valeur que par les résultats obtenus par des peuplements rationnels.

C'est une rivière de plaine dont les sources en bassin se trouvent aux abords du confluent de la Romanche et du Vénéon, en amont du village du Vert.

La principale source est constituée par un bassin de 35 mètres de long sur 25 mètres de large et 0 m. 50 de profondeur. Le fond est formé de sable avec quelques pierres, d'une couleur générale gris ardoise, par nappes se voient des mousses et des algues. L'eau qui sourd entre de grosses pierres est très limpide et d'une température moyenne de 10°. Cette source est bordée par des bouquets d'arbres composés principalement par des Bouleaux, des Saules et des Aulnes.

La faune nutritive est très riche et surtout constituée par des Crevettes (dominante), des larves de Tanypes, d'Ephémérides, des Mollusques, Planaires, etc. Le plankton, vivant surtout ici dans les algues pourries, est constitué en majeure partie par des Cyclops.

Le ruisseau émissaire de cette principale source a une largeur de 4 mètres, il reçoit presque de suite l'émissaire de la deuxième source dont les caractères sont les mêmes que ceux de la première. A ce moment la Rive a une largeur de 6 mètres et une profondeur de 0 m. 50.

Jusqu'à son embouchure, la Rive garde les mêmes caractères,

c'est une rivière de plaine à cours tranquille (1.300 mètres à l'heure), dont le lit, creusé à travers les prairies, présente un fond sableux parsemé de plantes aquatiques. Les bords, à pic dans les prairies, d'une hauteur de talus de 0 m. 80 à 1 mètre, sont bordés d'Aulnes, de Saules, de Bouleaux et de Peupliers.

Tout le long de son cours la Rive reçoit l'eau des canaux d'asséchement dont certains, formés en partie par d'anciens ruisseaux naturels, ont un débit important.

Dans sa traversée du Bourg-d'Oisans, la Rive a une largeur de 10 mètres et une profondeur de 1 mètre.

La faune nutritive est très riche, constituée par la Crevette (dominante), des larves d'Ephémérides *Bœtis, Ephemerella, Cloeon,* de Phryganéides *Limnophilus, Anabolia, Goera,* de Diptères *Chironomus, Tanipus, Simulium, Tinodes,* de Perlides *Perla, Nemoura,* de Coléoptères, des Mollusques, Limnées, Cyclas, des Sangsues, des Planaires.

Capacité biogénique : VIII.

La faune piscicole est représentée par la Truite indigène, la Truite arc-en-ciel, le Saumon de fontaine, le Chabot et le Vairon. L'Ecrevisse se rencontre dans tous les canaux qui viennent se jeter dans la Rive.

Les essais d'acclimatation de Salmonides ont donné dans ce cours d'eau des résultats exceptionnels. La valeur économique de cette rivière a été très sensiblement augmentée par des empoissonnements rationnellement effectués, actuellement la Rive a un rendement annuel de 50 kilogrammes de Truites au kilomètre, soit un revenu de 250 francs [1].

La Rive présente des frayères naturelles à Salmonides dans la partie supérieure près des sources, et tout le long de son cours des points propices aux lancements.

---

[1] V. L. Léger, Principes de la Méthode rationnelle du peuplement des cours d'eau à Salmonides, *Ann. de l'Université de Grenoble*, t. XXII, n° 3, 1910, et *Travaux du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble*, 1910, fasc. I.

Caractères piscicoles de la Rive.

Largeur moyenne : 10 mètres.
Profondeur : 1 mètre.
Température : 10°.
Vitesse régulière lente.
Fond : sable et plantes aquatiques.
Eau limpide.
Bords encaissés dans des prairies.

Faune nutritive du cours d'eau.

Par ordre de fréquence :

Crevettes.
Larves d'Ephémérides (*Bœtis, Ephemerella, Cloeon*).
Larves de Phryganéides (*Limnophilus, Anabolia, Goera*).
Larves de Diptères (*Tanypus, Simulium*).
Larves de Perlides (*Perla, Nemoura*).
Larves de Coléoptères.
Mollusques (*Limnaea, Sphœrium, Physa*).
Hirudinées (*Clepsine*).
Planaires.
Capacité biogénique : VIII.

Faune piscicole. — Truite indigène, Truite arc-en-ciel, Saumon de fontaine, Chabot, Vairon.

Pêche. — La seule pratiquée est la pêche à la ligne.

G5. La Lignarre et le Canal des Boirons.

Affluent rive gauche de la Romanche.

Ainsi que nous l'avons déjà signalé, la Lignarre n'a aucune valeur piscicole, au village de La Paute les eaux de ce cours

d'eau sont captées sur la rive gauche. Ces eaux, après avoir donné de la force à une scierie, sont canalisées; ce canal, dit : Canal des Boirons, reçoit en aval du village de La Paute les eaux de quelques sources très limpides. Ce canal, dont le fond sableux est parsemé de touffes de plantes aquatiques, est creusé à travers les prairies et bordé d'arbres sur un assez long parcours.

A Rochetaillée, ce canal a une largeur de 2 mètres et une profondeur de 0 m. 80.

La faune nutritive est surtout constituée par la Crevette (dominante) et les larves de Phryganéides et d'Ephémérides.

La capacité biogénique est de IV.

La faune piscicole est représentée par la Truite, le Chabot et le Vairon. On rencontre des Ecrevisses dans les canaux d'assèchement qui déversent leurs eaux dans ce canal.

Aux abords du village de La Paute on rencontre de nombreuses frayères naturelles et des points propices aux lancements d'alevins.

G6. **Le Rioupéroux.**

Affluent rive gauche de la Romanche.

Le Rioupéroux est un ruisseau qui descend avec rapidité du Col de la Buffe, dans le massif du Taillefer. Ce ruisseau, dans lequel les Truites ne peuvent à aucun moment remonter de la Romanche, a été peuplé par des lancements effectués dans le Lac du Petit-Pré qui se déverse dans ce ruisseau.

Le Rioupéroux a une largeur moyenne de 2 mètres et une profondeur de 0 m. 30.

Le fond est constitué par des pierres et des gros blocs de nature granitique.

La faune nutritive est représentée par des larves d'Ephémérides *Ecdyurus* (dominante), de Phryganéides *Drusus, Odontocerum, Hydropsyche.*

La capacité biogénique est de III.

Lac du Petit-Pré.

Ce lac, d'une contenance de 1 hectare environ et d'une profondeur de 6 à 8 mètres, à l'altitude de 2.100 mètres, a été empoissonné il y a une dizaine d'années. Ces essais d'acclimatation ont fort bien réussi, la Truite y prospère et s'est répandue dans son émissaire le Rioupéroux.

G[7]. Le Torrent de Gavet.

Affluent rive gauche de la Romanche.

Comme le Rioupéroux, ce torrent, qui descend par une série de cascades depuis le Lac Fourchu, à 2.000 mètres d'altitude, jusqu'à la Romanche, a été peuplé de Truites par les deux Lacs Fourchu et Poursollet dans lesquels ont été effectués des déversements d'alevins.

Sa largeur est de 2 mètres, sa profondeur de 0 m. 30. Le fond est constitué par des rochers et des gros blocs granitiques. La faune nutritive est représentée par des larves d'Ephémérides *Ecdyurus* (dominante), de Phryganéides *Drusus, Odontocerum.*

La capacité biogénique est de III.

Lac Fourchu.

Ce lac, d'une superficie de 8 hectares environ, est situé à l'altitude de 2.050 mètres. Le fond est sableux, avec sur les bords des plantes aquatiques par places. La faune y est pauvre, le plankton abondant.

Des Truites mises dans ce lac y ont prospéré. Le Vairon s'y rencontre en assez grand nombre. Les eaux du Lac Fourchu se déversent dans le Torrent de Gavet.

Lac Poursollet.

Du Lac Fourchu, le ruisseau descend rapidement à travers les rochers jusqu'à un plateau inférieur, à l'altitude de 1.500 mètres, où il reçoit les eaux provenant du Lac Poursollet. Ce lac, d'une superficie de 2 à 3 hectares, est entouré de prairies et de forêts. La faune nutritive est ici plus riche que dans les lacs précédents, elle est principalement constituée par des larves d'Ephémérides (*Bœtis*) et de Phryganéides. La Truite a été introduite au Poursollet à une époque que nous ne pouvons préciser; actuellement, ce lac renferme des Truites indigènes assez nombreuses et de toutes tailles. Un ruisseau qui se jette dans ce lac présente de belles frayères naturelles.

Lac Clarey et Lac des Bottes.

Aux environs du Lac Poursollet se rencontrent deux autres petits lacs peu profonds, les Lacs Clarey et des Bottes; des essais d'empoissonnement ont été effectués dans le premier, les Truites avaient prospéré, mais elles périrent à la suite d'un hiver rigoureux au cours duquel le lac avait entièrement gelé, étant donnée sa faible profondeur.

G[8]. Ruisseau de La Morte.

Affluent rive gauche de la Romanche.

Ce ruisseau, descendu des hauteurs de Taillefer, traverse, à 2.105 mètres d'altitude, le Lac Brouffier; au sortir de ce lac, le ruisseau, d'une largeur moyenne de 2 m. 50 et d'une profondeur de 0 m. 30, descend rapidement jusqu'au village de La Morte, en amont duquel se trouve une haute cascade. Après un parcours moins accidenté, il redescend avec rapidité pour se jeter

dans la Romanche à Saint-Barthélemy-de-Séchilienne, après avoir reçu les eaux de divers ruisseaux.

La faune nutritive est constituée par des larves d'Ephémérides *Ecdyurus, Bœtis* (dominante), de Diptères *Chironomus, Simulium, Liponeura,* de Perlides et de Phryganéides.

La capacité biogénique est de III.

La faune piscicole est représentée par la Truite indigène et la Truite arc-en-ciel provenant des lancements effectués dans le Lac Brouffier.

Lac Brouffier.

Dans ce lac, d'une superficie de 1 hect. 5 et d'une profondeur moyenne de 10 mètres, des essais d'acclimatation de divers Salmonides, principalement de Truites arc-en-ciel, ont donné des résultats inattendus [1].

Des alevins de Truite arc-en-ciel (1.500 env.) de cinq mois furent déposés dans le lac en juin 1910; une pêche effectuée le 7 juillet 1912 a donné une vingtaine de Truites d'un poids moyen de 300 grammes, la plus grosse atteignait 350 grammes, les plus petites 225 à 250 grammes.

La faune nutritive est composée de Crevettes (dominante), de larves de Phryganéides et de Diptères.

G°. Ruisseau du Lac Mort.

Affluent rive gauche de la Romanche.

La Romanche reçoit les eaux du Lac Mort par l'intermédiaire d'un ruisseau, non piscicole en raison de son faible débit pres-

---

[1] V. L. Léger, Essai sur la mise en valeur piscicole des lacs alpins de haute altitude. Expériences et conclusions, *Ann. de l'Université de Grenoble*, t. XXV, n° 3, 1913.

que nul en été, descendant par petites cascades sur un lit de pierres et de blocs d'éboulis couverts de mousses. La largeur moyenne est de 1 m. 50, la profondeur de 0 m. 20.

Sa faune est composée de Crevettes (dominante), de larves de Perlides et de Phryganéides.

Sa capacité biogénique est de III.

Lac Mort.

Le Lac Mort[1] fait partie de la série des lacs dits de Laffrey, c'est peut-être le plus poissonneux de ces lacs situés sur un plateau à l'altitude moyenne de 900 mètres.

Le Lac Mort a une superficie de 21 hect. 33 (cadastre), une profondeur maximum de 24 m. 50; l'origine de son émissaire est à l'altitude de 930 mètres.

Faune piscicole. — La Truite (*Trutta fario* L.), assez commune, a dû être introduite dans ce lac, mais on ne sait à quelle époque.

L'Omble-Chevalier (*Salvelinus umbla* L.), assez commun, a été introduit vers le milieu du siècle dernier.

Le Meunier (*Squalius cephalus* L.).

La Carpe (*Cyprinus carpio* L.).

La Tanche (*Tinca vulgaris* Cuv.).

Le Gardon rouge (*Scardinius erythrophtalmus* L.).

La Perche (*Perca fluviatilis* L.).

Il est très curieux de constater dans ce lac l'absence du Brochet qui est très abondant dans les autres lacs de Laffrey.

---

[1] Nous nous bornons ici, en ce qui concerne les Lacs Mort, de Laffrey et de Petit-Chat, à indiquer leur faune piscicole. Une étude biologique de ces grands lacs n'entre, en effet, pas dans le cadre de cette monographie et sera traitée à part en détail.

G¹⁰. **Ruisseau de Laffrey.**

Affluent rive gauche de la Romanche.

Ce ruisseau, émissaire de deux des lacs de Laffrey (Grand-Lac et Lac de Petit-Chat), n'est pas malheureusement utilisable au point de vue piscicole, ses eaux étant captées sous le village de Laffrey pour fournir la force aux deux usines hydro-électriques de Loulla et de Jouchy.

Grand-Lac de Laffrey.

Ce lac, d'une longueur de 2 kil. 700 et d'une largeur de 650 mètres, a une superficie de 126 hect. 92 (Delebecque) et une profondeur de 39 m. 30; l'origine de l'émissaire se trouve à l'altitude de 908 mètres.

Faune piscicole. — Truite (*Trutta fario* L.). Avant 1890, ce lac était considéré comme dépourvu de Truite; depuis cette époque il en a été déversé des alevins à plusieurs reprises sur l'instigation et par les soins de MM. Robert, de Grenoble, et Recoura, maire de Laffrey; ces essais d'acclimatation ont donné de bons résultats et actuellement la Truite est relativement abondante; ces résultats seraient encore plus marqués si le braconnage ne sévissait pas au moment du frai.

La Truite arc-en-ciel et le Saumon de fontaine ont été également essayés, mais, sans doute à cause du trop petit nombre d'alevins lancés, ce repeuplement n'a pas donné jusqu'ici de résultats appréciables.

L'Omble-Chevalier (*Salvelinus umbla* L.), introduit également vers 1890 (lancement du Laboratoire de Pisciculture de l'Université), se cantonne en un espace très restreint dans la zone profonde; on l'y pêche aujourd'hui en abondance.

La Tanche (*Tinca vulgaris* Cuv.), introduite en 1895, est actuellement assez abondante.

La Carpe (*Cyprinus carpio* L.), introduite en 1895, est actuellement assez abondante.

La Perche (*Perca fluviatilis* L.) est très abondante.

Le Gardon blanc (*Leuciscus rutilus* L.) est très abondant.

Le Gardon rouge (*Leuciscus erythrophtalmus* L.) est très abondant.

Le Brochet (*Esox lucius* L.) est le poisson le plus abondant.

On trouve encore la Loche (*Cobitis barbatula* L.) et le Blageon (*Squalius Agassizii* Heck.) dans le ruisseau qui réunit les deux lacs.

L'Ecrevisse (*Astacus torrentium* Schranck.), autrefois très répandue dans le lac et son émissaire, s'y trouve encore sous les pierres de la beine, mais est en diminution.

Lac de Petit-Chat.

Ce lac, d'une longueur de 1 kil. 400 et d'une largeur de 870 mètres, a une superficie de 86 hectares (Delebecque) et une profondeur de 19 m. 20; l'origine de son émissaire se trouve à l'altitude de 922 mètres.

Faune piscicole. — La faune piscicole de ce lac est la même que celle du Grand-Lac, cependant on n'y rencontre pas de Tanche.

Les Truites sont ici plus abondantes que dans le Grand-Lac.

L'émissaire du Lac de Petit-Chat qui le fait communiquer avec le Grand-Lac est un ruisseau d'une largeur moyenne de 2 mètres et d'une profondeur de 0 m. 20; il est très riche et présente de belles frayères à Salmonides, malheureusement trop faciles à dévaster par les braconniers. Ainsi que nous l'avons dit plus haut, on trouve également dans ce ruisseau la Loche, le Blageon et l'Ecrevisse.

Lieux de pêche les plus fréquentés.

Dans ce Bassin de la Romanche que nous venons de décrire, certains points sont réputés parmi les pêcheurs de Truite; nous citerons les principaux :

La Romanche, dans sa partie canalisée, en aval de Rochetaillée, à Séchilienne, aux abords de Vizille; la Sarennes; le Vernon entre Vaulnaveys-le-Bas et Vizille; le Vénéon à son embouchure; la Rive; le Canal des Boirons; les Lacs Besson, Lovitel (pêche particulière), Fourchu, Poursollet, Brouffier, Mort (pêche particulière), Grand-Lac de Laffrey, de Petit-Chat.

Résumé.

LA ROMANCHE

Cours d'eau ni navigable, ni flottable, à caractère de torrent essentiellement salmonicole (sauf dans les 10 derniers kilomètres).

Communes traversées ou bordées : Villar-d'Arène, La Grave (Hautes-Alpes), Mizoën, Le Mont-de-Lans, Le Freney-d'Oisans, Auris, Le Bourg-d'Oisans, Allemont, Livet-et-Gavet, Séchilienne, Vizille, Montchaboud, Notre-Dame-de-Mésage, Jarrie, Champ-sur-Drac (Isère).

Altitude de la source : 2.500 mètres; de l'embouchure : 264 mètres.

Longueur totale : 74 kilomètres; longueur utilisable au point de vue piscicole : 52 kilomètres.

Tronçon n° 1 (de la source à Séchilienne).

Longueur totale : 62 kilomètres; longueur utilisable au point de vue piscicole : 41 kilomètres. Limite de la portion piscicole : du confluent du Ruisseau du Lautaret au pont de l'Aveyna.

Largeur moyenne : 6 à 15 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 30 à 1 mètre.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Phryganéides, de Diptères, de Perlides, Planaires.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : IV.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : à Villard-d'Arène, au Dauphin, au Freney-d'Oisans, dans la plaine du Bourg-d'Oisans.

Période de frai de la Truite : novembre et décembre.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le tronçon par kilomètre : 500 à 700 selon la largeur.

Epoques les plus favorables aux déversements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

Tronçon n° 2 (de Séchilienne à l'embouchure).

Longueur totale : 12 kilomètres; longueur utilisable au point de vue piscicole : 12 kilomètres. Limites de la portion piscicole : de l'usine de Gavet à l'embouchure.

Largeur moyenne : 50 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 60.

Faune nutritive : larves de Phryganéides, d'Ephémérides, de Diptères.

Dominante : larves de Phryganéides.

Capacité biogénique : III.

Faune piscicole : Truite, Suiffe, Hotu, Barbeau, Meunier, Apron.

Frayères à Salmonides : canal et embouchures de certains affluents.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir annuellement le tronçon par kilomètre : 1.500.

Epoques les plus favorables aux déversements : juin.

Espèces à propager : Truite indigène, Truite arc-en-ciel.

Affluents de la Romanche.

D[6]. **La Sarennes** (rive droite).

Cours d'eau ni navigable, ni flottable, à caractère de torrent essentiellement salmonicole.

Communes traversées : Huez, La Garde, Le Bourg-d'Oisans.

Longueur piscicole : 8 kilomètres dans la partie montagneuse et 3 kilomètres dans la plaine du Bourg-d'Oisans.

Largeur moyenne : 3 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 30.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Phryganéides, de Perlides.

Dominante : larves d'Ephémérides (dans la plaine : Crevette).

Capacité biogénique : IV dans la partie montagneuse, V dans la plaine.

Faune piscicole : Truite (Truite et Chabot dans la plaine).

Frayères à Salmonides : au Guâ et à Huez et dans la plaine du Bourg-d'Oisans.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement par kilomètre : 400 dans la partie montagneuse, 500 dans la plaine.

Epoques les plus favorables aux lancements : juin.

Espèces à propager : Truite indigène dans la partie montagneuse, Truite arc-en-ciel dans la plaine.

D[7]. **L'Eau-d'Olle** (rive droite) **et ses affluents**.

Cours d'eau ni navigables, ni flottables, à caractère de torrents essentiellement salmonicoles.

Communes traversées : Saint-Sorlin-d'Arves (Savoie), Vaujany, Oz, Allemont, Villard-Reculas, Le Bourg-d'Oisans.

Longueur piscicole : l'Eau-d'Olle, 5 kilomètres en montagne et 4 kilomètres en plaine.

Le Ruisseau d'Oz, 2 kilomètres.

Largeur moyenne : l'Eau-d'Olle, 10 mètres.

Le Ruisseau d'Oz, 2 mètres.

Profondeur moyenne : l'Eau-d'Olle, 0 m. 40.

Le Ruisseau d'Oz, 0 m. 30.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Phryganéides, de Perlides, de Diptères, de Coléoptères, Mollusques, Planaires, Crevettes.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : Eau-d'Olle, V.

Ruisseau d'Oz, IV.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : dans la plaine de la Grand'Maison qui va être transformée en lac par des travaux en cours.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'ils peuvent recevoir annuellement par kilomètre : Eau-d'Olle, 750.

Ruisseau d'Oz, 280.

Epoques les plus favorables aux lancements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

Lacs Jeplan, de la Corne et de la Sagne (du groupe des Sept-Laux).

Lac Jeplan : ce lac n'a donné aucun résultat à la suite de divers peuplements.

Lac de la Corne : superficie 7 hect. 53. Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement : 4.000.

Lac de la Sagne : superficie 6 hect. 92. Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement : 4.000.

Ces trois lacs déversent leurs eaux dans l'Eau-d'Olle par l'intermédiaire d'un ruisseau inutilisable au point de vue piscicole.

G³. **Le Vénéon** (rive gauche) **et ses affluents.**

Cours d'eau ni navigables, ni flottables, à caractère de torrents essentiellement salmonicoles.

Communes traversées : Saint-Christophe-en-Oisans, Venosc, Le Bourg-d'Oisans.

Longueur piscicole : le Vénéon, 17 kilomètres.
Ruisseau de la Muzelle, 2 kilomètres.
Ruisseau du Lovitel, 1 kilomètre.

Largeur moyenne : le Vénéon, 6 mètres.
Ruisseau de la Muzelle, 2 mètres.
Ruisseau du Lovitel, 2 mètres.

Profondeur moyenne : le Vénéon, 0 m. 40.
Ruisseau de la Muzelle, 0 m. 20.
Ruisseau du Lovitel, 0 m. 30.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Diptères, de Phryganéides, de Perlides, Planaires.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : le Vénéon, IV.
Ruisseau de la Muzelle, III.
Ruisseau du Lovitel, IV.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : au Plan du Lac.

Quantité d'alevins de Salmonides que peuvent recevoir ces cours d'eau annuellement par kilomètre : le Vénéon, 440.
Ruisseau de la Muzelle, 210.
Ruisseau du Lovitel, 280.

Epoques les plus favorables aux déversements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

Lac de la Muzelle.

Emissaire : Ruisseau de la Muzelle.

Superficie : 3 hectares.

Faune piscicole : Truite.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement : 2.000.

Lac Lovitel.

Emissaire : Ruisseau du Lovitel.

Superficie : 23 hect. 92.

Faune piscicole : Truite, Vairon.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement : 15.000.

G[4]. **La Rive** (rive gauche).

Cours d'eau de plaine à allure lente, essentiellement salmonicole.

Commune traversée : Le Bourg-d'Oisans.

Longueur piscicole : 5 kilomètres.

Largeur moyenne : 10 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 80.

Faune nutritive : Crevettes, larves d'Ephémérides, de Phryganéides, de Diptères, de Perlides, de Coléoptères, Mollusques, Hirudinées, Planaires.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : VIII.

Faune piscicole : Truite, Chabot, Vairon.

Frayères à Salmonides : aux abords des sources.

Quantités d'alevins de Salmonides que peut recevoir le cours d'eau annuellement par kilomètre : 1.200.

Epoques les plus favorables aux déversements : mai et juin.

Espèces à propager : Truite indigène et Truite arc-en-ciel.

Le Canal des Boirons (rive gauche).

Commune traversée : Le Bourg-d'Oisans.

Longueur piscicole : 5 kilomètres.

Largeur moyenne : 1 m. 50.

Profondeur moyenne : 0 m. 80.

Faune nutritive : Crevette, larves de Phryganéides et d'Ephémérides.

Dominante : Crevette.

Capacité biogénique : IV.

Faune piscicole : Truite, Chabot, Vairon.

Frayères à Salmonides : aux abords du village de La Paute.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir le canal annuellement : 260.

Epoques les plus favorables aux déversements : mai, juin.

Espèce à propager : Truite arc-en-ciel.

G[6]. **Le Rioupéroux** (rive gauche) **et Lac du Petit-Pré.**

Torrent essentiellement salmonicole.

Commune traversée : Livet-et-Gavet.

Longueur piscicole : 2 kilomètres.

Largeur moyenne : 2 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 30.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Phryganéides.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : III.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : néant.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir le cours d'eau annuellement : 210.

Epoques les plus favorables aux déversements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

Lac du Petit-Pré.

Emissaire : le Rioupéroux.

Superficie : 1 hectare.

Faune piscicole : Truite.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement : 1.500.

G7. **Le Torrent de Gavet** (rive gauche).

Torrent essentiellement salmonicole.

Commune traversée : Livet-et-Gavet.

Longueur piscicole : 3 kilomètres.

Largeur moyenne : 2 mètres.

Profondeur moyenne : 0 m. 30.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Phryganéides.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : III.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : aux abords du Lac Poursollet.

Quantité d'alevins que peut recevoir le cours d'eau annuellement : 210.

Epoques les plus favorables aux lancements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

Lac Fourchu.

Emissaire : Torrent de Gavet.

Superficie : 8 hectares.

Faune piscicole : Truite, Vairon.

Quantité d'alevins qu'il peut recevoir annuellement : 4.000.

Lac Poursollet.

Emissaire : Torrent de Gavet.

Superficie : 3 hectares.

Faune piscicole : Truite.

Quantité d'alevins qu'il peut recevoir annuellement : 2.500.

Ruisseau de La Morte (rive gauche).

Torrent essentiellement salmonicole.

Communes traversées : La Morte, Saint-Barthélemy-de-Séchilienne.

Longueur piscicole : 6 kilomètres.

Largeur moyenne : 2 m. 50.

Profondeur moyenne : 0 m. 30.

Faune nutritive : larves d'Ephémérides, de Diptères, de Perlides, de Phryganéides.

Dominante : larves d'Ephémérides.

Capacité biogénique : III.

Faune piscicole : Truite.

Frayères à Salmonides : aux abords du village de La Morte et au-dessus de la grande cascade.

Quantité d'alevins de Salmonides que peut recevoir le cours d'eau annuellement : 250 à 300.

Epoques les plus favorables aux déversements : juin.

Espèce à propager : Truite indigène.

Lac Brouffier.

Emissaire : Ruisseau de La Morte.

Superficie : 1 hectare.

Faune piscicole : Truite.

Quantité d'alevins de Salmonides qu'il peut recevoir annuellement : 2.000.

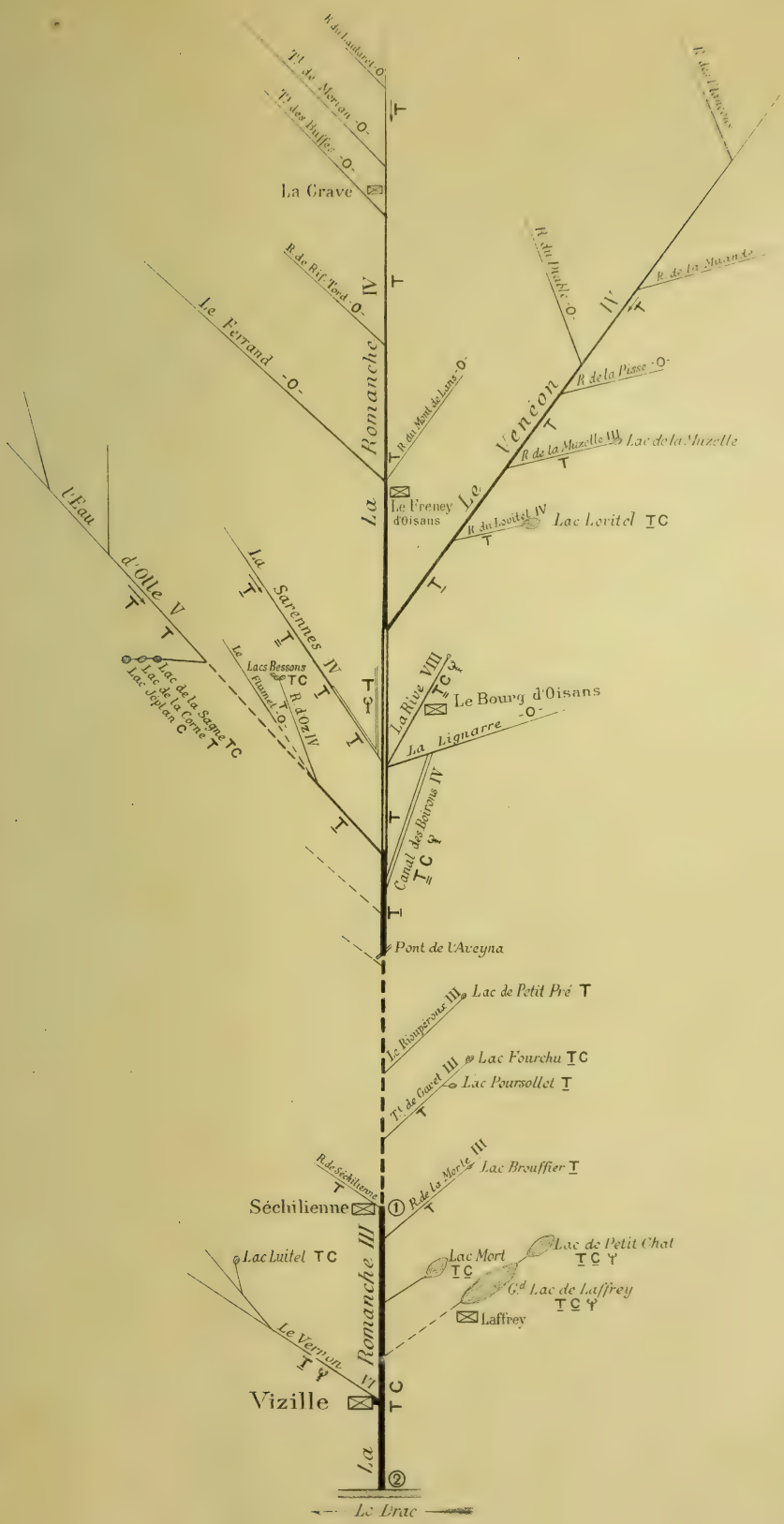
Espèce de meilleur rendement : Truite arc-en-ciel.

GRAPHIQUE DU SYSTÈME DE LA ROMANCHE AU $\frac{1}{360.000}$

T Truite : C Cyprinides et poissons blancs en général. L'Écrevisse est représentée par une figure schématique.

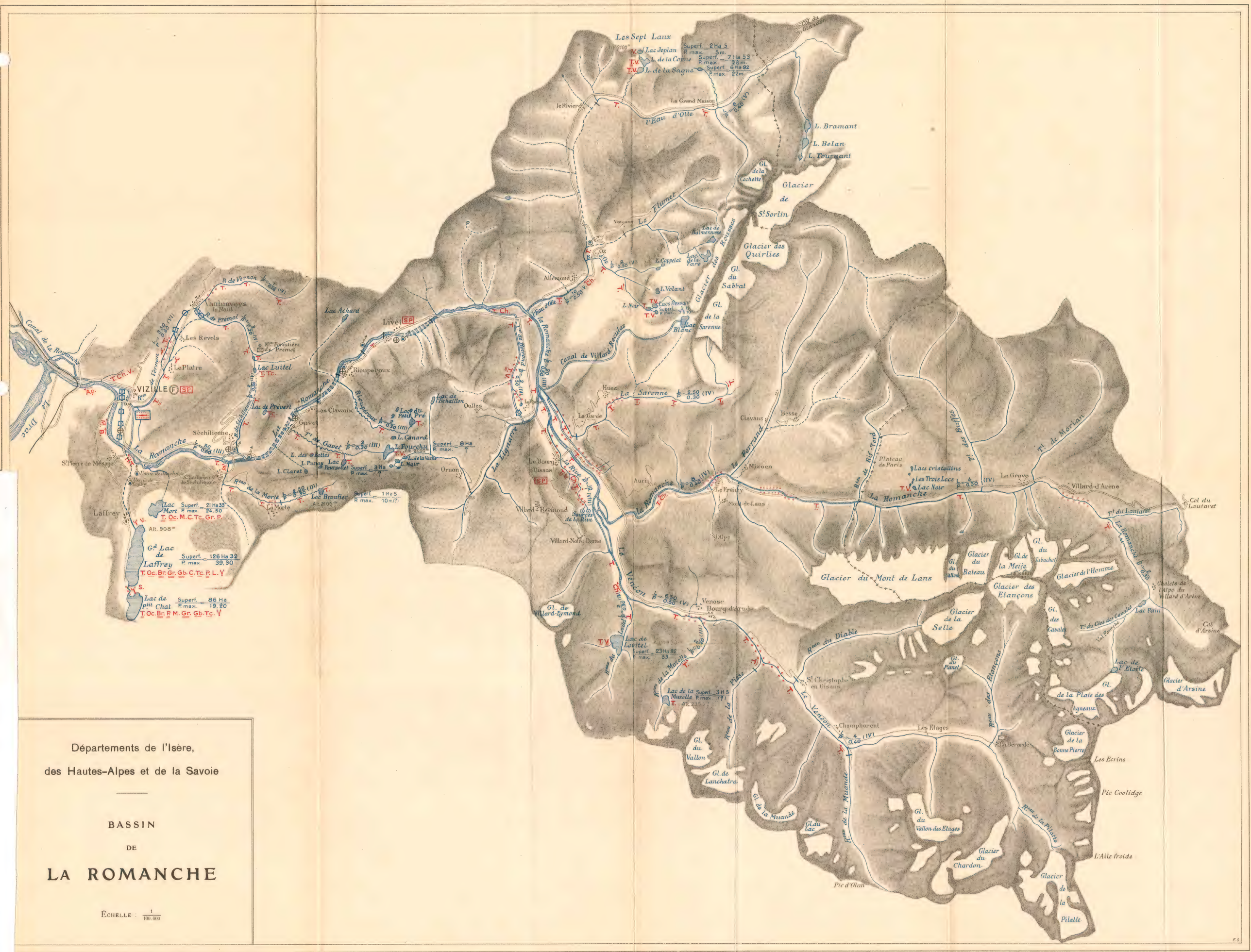
Les chiffres romains expriment la capacité biogénique. — Le signe -O- indique des torrents permanents, mais inutilisables au point de vue piscicole.

① Limite aval du Tronçon n° 1. — ② Limite aval du Tronçon n° 2


R. du Laudaret -O-
Tt de Merigan -O-
Tt des Buffes -O-
La Grave
R. de Rif Tord -O-
Le Ferrand -O-
La Romanche IV
R. du Mont de Lans -O-
Le Freney d'Oisans
R. du Diable -O-
R. de la Muande
Le Vénéon IV
R. de la Pisse -O-
R. de la Muzelle III
Lac de la Muzelle
R. du Loritel IV
Lac Loritel TC
l'Eau d'Olle V
La Sarennes IV
Lac de la Sagne TC
Lac de la Corne T
Lac Jopian C
Lacs Bessons TC
Le Flandé T
R. d'Oz IV
La Rive VIII
Le Bourg d'Oisans
La Lignarre -O-
Canal des Bourons IV
Pont de l'Aveyna
Lac de Petit Pré T
Le Roupéroux III
Lac Fourchu TC
Tt de Garet III
Lac Poursollet T
R. de Séchilienne
R. de la Merle III
Lac Brouffier T
Séchilienne
Lac Luitel TC
Lac Mort TC
Lac de Petit Chat TCY
Gd Lac de Laffrey TCY
Laffrey
Le Vernon VI
Vizille
La Romanche III
Le Drac

CARTE HYDROBIOLOGIQUE PISCICOLE DES COURS D'EAU ALPINS

Publiée sous la direction du Prof^r L. LÉGER, *Directeur du Laboratoire de Pisciculture de l'Université de Grenoble.*


Les Sept Laux
Lac Jeplan
L. de la Corne
L. de la Sagne
Col du Glandon
La Grand Maison
le Rivier
l'Eau d'Olle
L. Bramant
L. Belan
L. Tournant
Gl. de la Cochette
Glacier de St Sorlin
Glacier des Quirlies
Gl. du Sabbat
Gl. de la Sarenne
Glacier des Rousses
Lac de Balmerousse
Lac de la Faire
L. Cappelat
L. Volant
L. Noir
Lacs Rosson
Lac Blanc
Allemond
Vaujany
Le Flumet
Livet
Lac Achard
Riouperoux
Taulnaveys le Haut
Les Revols
Le Plaire
VIZILLE
Lac Luitel
Lac de Prévert
Les Clavaux
Gavet
Séchilienne
St Pierre de Mésage
Laffrey
Lac Mort
Gd Lac de Laffrey
Lac de pt Chat
Lac de l'Echaillon
Oulles
Lac du Petit Pré
L. Canard
L. Fourchu
L. de la Vache
L. Noir
L. des Lottes
L. Pluney
L. Claret
Lac Toursollet
Lac Brouffier
La Morte
Orcon
Le Bourg d'Oisans
Villard Reymond
Villard-Notre Dame
Sources de la Rive
Auris
Mizoen
Le Freney
Mont de Lans
l'Alpe
Huez
La Garde
La Sarenne
Clavans
Besse
Canal de Villard Reculas
Canal de la Romanche
Plateau de Paris
Lacs cristallins
Les Trois Lacs
Lac Noir
La Grave
Villard d'Arène
Col du Lautaret
Chalets de l'Alpe du Villard d'Arène
Lac Pain
Col d'Arsine
Glacier d'Arsine
Lac de l'Etoile
Gl. de la Plate des Agneaux
Glacier de la Bonne Pierre
Les Ecrins
Pic Coolidge
L'Aile froide
Glacier de la Pilatte
Gl. du Vallon des Etages
Glacier du Chardon
Pic d'Olan
Gl. de la Muande
Gl. du Lac
Gl. de Lanchatra
Gl. du Vallon
Gl. de Villard-Eymond
Lac de Lotitel
Lac de la Muzelle
Venosc
Bourg d'Arud
St Christophe en Oisans
Champhorent
Les Etages
La Berarde
Glacier du Mont de Lans
Glacier du Rateau
Gl. de la Meije
Gl. du Tabuchet
Glacier de l'Homme
Glacier des Etançons
Glacier de la Selle
Gl. du Planet
Gl. des Cavales
Gl. du Vallon
Glacier du Vallon
Gl. de la Muzelle
Lac de la Muzelle
Lac de la Pisse
Lac de Rif Tord
Lac de Bizillis
Lac de Morian
Lac de Vernon
Lac de Prémol
Lac de Séchilienne
Lac de Gavet
Lac de Bérard
Lac de la Romanche
Lac de Vernon
Lac de la Muzelle
Lac de la Pisse
Lac de Rif Tord
Lac de Bizillis
Lac de Morian
Lac de la Romanche
Lac de Gavet
Lac de Séchilienne
Lac de Vernon
Lac de la Muzelle
Lac de la Pisse
Lac de la Romanche
Lac de Rif Tord
Lac de Bizillis
Lac de Morian
Lac de la Romanche

BIBLIOGRAPHIE

La Revue des Eaux et Forêts

Après s'être longtemps écartée des questions forestières, l'attention du public s'y reporte de plus en plus. L'importance, vitale pour le pays, des problèmes du reboisement, de la régularisation des cours d'eau, apparaît à tous les yeux. Cet intérêt s'est manifesté par un vif courant d'idées, dont nous ne donnerons pour exemple que le rachat par l'État de la forêt d'Eu, imposé par l'opinion publique, et le dépôt, à la Chambre, d'un projet de loi sur les forêts de protection. Il semble donc que la **Revue des Eaux et Forêts,** telle qu'elle est maintenant rajeunie et vivifiée, arrive à son heure. On connaît ce périodique, depuis longtemps estimé des techniciens. En en prenant la direction, ses nouveaux éditeurs, MM. Berger-Levrault, ont voulu étendre son champ d'action et en faire une revue vraiment moderne. Elle sera donc orientée dans le sens des véritables intérêts pratiques de la forêt: les graves problèmes de la propriété forestière particulière, qui traverse une crise aiguë, y seront notamment étudiés. Les questions des améliorations agricoles et d'hydraulique, qui sont d'actualité parmi les forestiers français, seront abordées, avec le désir de les rendre accessibles à tous. Tous les renseignements relatifs au commerce des bois seront réunis dans les colonnes de la Revue. On y trouvera, comme par le passé, d'intéressants documents de jurisprudence, et plus encore qu'autrefois, des chroniques du mouvement forestier à l'étranger. Enfin, un bulletin régulier donnera l'état des questions forestières au Parlement.

Ce sont là des éléments de succès assuré. Nul doute que le public n'accueille favorablement la **Revue des Eaux et Forêts,** elle travaille à une œuvre dont nul bon Français ne saurait se désintéresser. (Prix de l'abonnement annuel : **15** francs; avec l'*Annuaire des Eaux et Forêts* : **18** francs. — Berger-Levrault, éditeurs, 5-7, rue des Beaux-Arts, Paris.

SOMMAIRE DU FASCICULE.

L. Léger. — Essai sur la mise en valeur piscicole des lacs alpins de haute altitude. — Expériences et conclusions.

L. Léger. — Élevage intensif de la Truite en espace limité. — Conditions nécessaires à sa réalisation.

A.-Ch. Hollande. — Valeur nutritive de la chair de quelques poissons exotiques acclimatés en France.

L. Léger et O. Duboscq. — Le cycle évolutif de *Porospora portunidarum* Frenzel.

L. Léger et O. Duboscq. — Sur les premiers stades du développement des Grégarines du genre *Porospora* (= Nematopsis).

L. Léger et O. Duboscq. — Sur une nouvelle Schizogrégarine à stades épidermiques et à spores monozoïques.

Léon Perrier. — Dossiers piscicoles des cours d'eau alpins. — Monographie hydrobiologique piscicole du bassin de la Romanche, *avec carte.*

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 057066968